ZWEITER THEIL.

Animale Organe und Apparate des Thierkörpers.

I.

Organe der Bewegung.

A. Passiver Bewegungsapparat, Stützorgane oder Skelete.

1. Vom Skelete überhaupt.

Skelet ist ein aus mehr oder weniger festen, meistens selbst harten Substanzen bestehendes Gerüst, das den weichen Thierkörper zu tragen und zu stützen, unter Umständen selbst ihm oder einzelnen seiner Organe Schutz zu gewähren die Aufgabe hat. Zur Befähigung zu diesen Leistungen ist die zu Grunde gelegte Substanz dem Bindesubstanz-Gewebe entnommen, einem Gewebe, das überall nur mechanische Leistungen zu vollziehen hat, überall zur Stütze, zum Schutze oder zur Verbindung u. s. w. dient. Daher es auch die verschiedensten Grade der Festigkeit entfaltet, vom Festweichen und Biegsamen bis zum Harten und Starren alle Uebergänge zeigt.

Neben dieser Aufgabe kommt dem Skelete noch die weitere zu, den Muskeln zur Vollbringung der ihnen obliegenden Bewegungen feste Ausgangspunkte oder geeignete Angriffe zu ermöglichen. Wenn diese letztere Leistung und Beziehung zu den Bewegungsorganen auch keine so durchgreifende allgemeine ist, Skelettheile, ja ganze Skelete (bei Wirbellosen) es immerhin gibt, die nach dieser Seite hin keine Bedeutung haben, — so ist die Beziehung zu den Bewegungen des Thierkörpers doch im Grossen und Ganzen eine so hervorragende, dass man das Skeletgerüst der bei weitem meisten Thiere (insbesondere das innere der Wirbelthiere) als ein wichtiges, wenn gleich nur passiv wirkendes Glied des Bewegungsapparates betrachten muss, und desshalb seine Unterscheidung als passiver Bewegungsapparat immerhin sich rechtfertigen lässt.

Man kann zweierlei Skelete unterscheiden, ein äusseres und ein inneres.

Das erstere umschliesst den Thierkörper von aussen; letzteres liegt in seinem Innern. Jenes wird, da es die weiche Körpermasse, gleich der äussern Haut, umschliesst, ja in den meisten Fällen aus einer Umwandlung letzterer hervorgeht, auch Hautskelet genannt, und dieses wird, je nachdem

es zum Schutze der Centraltheile des Nervensystems (Hirn und Rückenmark) oder zur Stütze der Weichtheile vegetativer Apparate in näherer Beziehung steht, auch noch weiter in Nervenskelet und Eingeweideskelet unterschieden.

Die Substanz des äusseren Skelets ist selten ganz starr und hart, und in wenigen Fällen knöchern, meistens mehr oder weniger Biegsamkeit besitzend. Das innere dagegen ist in der Regel von Knochen aufgebaut und nur in seiner einfachsten Anlage (bei niederen Wirbelthieren und in der Embryonalperiode) knorpelhäutig. Daher es im ersten Falle als Knochen- — in letzterm als Knorpelskelet bezeichnet wird.

2. Vom Skelete im Besondern.

a. Aeusseres Skelet.

Brandt und Ratzeburg, Med. Zoologie, Bd. II. — H. G. Bronn, Die Klassen und Ordnungen des Thierreiches, wissenschaftlich dargestellt in Wort und Bild. Heidelberg und Leipzig 1859—62, Bd. I—III. (Ein vortreffliches Werk, das nach dem für die Wissenschaft zu frühe erfolgten Tode des Verfassers fortgesetzt wurde von: Keferstein, Gerstäcker, Grenzacher, Selenka, Giebel und Hoffmann.) — C. G. Carus, Erläuterungstafeln zur vergl. Anatomie, Heft II. — Vict. Carus, Icones zootomicae. Leipzig 1857. — W. Carpenter, Researches on the Foraminifera, in Philosoph. Transactions. 1856—59. — G. Cuvier, Le Règne animal, les Zoophytes, les Arachnides et les Annelides, les Crustacées, les Insectes, les Mollusques. — Milne Edwards et J. Haime, Recherches sur les Polypiers récents et fossiles. Paris 1848. Partie I. — Dieselben in Annal. des sc. nat., III. Ser., Tom. 9—16. — Milne Edwards, Crustacea, in Todd's Cyclopaedia of Anatomy etc. — Des Hayes, Conchifera, in Todd's Cyclopaedia. — Kölliker, Icones histologicae, Abtheil. 1 und 2. Leipzig 1864. — Fr. S. Leuckart, Observationes Zoologicae de Zoophytis coralliis speciatim de genere Fungia. Freiburg i. Br. 1841. Mit 4 Abbildungen. — Fr. Meckel, System der vergl. Anatomie. Halle 1824. Th. II., 1. — J. Müller, Anatomie von Pentacrinus caput medusae, in d. Abhandl. d. Berliner Academie d. Wissensch., 1843. — Newport, Insecta, in Todd's Cyclopaedia. — Owen, Cephalopoda, ebendaselbst. — Savigny, Mémoires sur les animaux sans vertèbres. Partie II., 1816. — Auch in d. Isis 1820. Taf. 11—21. — Sharpey, Echinodermata, in Todd's Cyclopaedia. — O. Schmidt, Die Spongien des adriat. Meeres. Leipzig, 1862. 2 Supplemente 1864—67. — Tiedemann, Anatomie der Röhrenholothurie, des pomeranzenfarbigen Seesternes und des Steinseeigels. Landshut 1816. — G. Valentin, L'Anatomie du genre Echinus. Neuchatel 1842. Mit 9 Tafeln. — R. Wagner, Icones zootomicae. Leipzig 1842.

Vorzugsweise sind zwar die Wirbellosen im Besitze eines äusseren Skeletes. Doch entbehren die Wirbelthiere eines solchen nicht ganz und gar. Bei letzteren wird es theils von mächtig entwickelten und verhornten Epidermoidalgebilden der äussern Haut (wie Haaren, Federn, Hornplatten, Schuppen, Klauen, Hufen, Hörnern etc.) dargestellt, theils von mehr oder weniger verknöchernden Theilen der äusseren Körperbedeckungen gebildet. Da die ersteren bei der spätern Betrachtung der äussern Haut und die letzteren bei dem innern Skelet ihre Berücksichtigung finden werden, so haben wir hier nur

das äussere Skelet der Wirbellosen

einer kurzen Erörterung zu unterwerfen.

Wie seine Form, ist auch seine Bildungsweise eine sehr verschiedene. Bald verdankt es einer gewissen Umwandlung der äusseren Körperbe-

deckungen (durch Verdickung oder Härtung derselben), bald der Ausscheidung erhärtender Secrete u. dergl. sein Dasein. Es lassen sich daher verschiedene Arten des äussern Skelets, namentlich aber folgende unterscheiden:

α) Skelete, aus einer Verdickung und Erhärtung der äussern Körperbedeckung hervorgegangen, mit welchem Härtungs-Prozess auch noch eine chemische Umwandlung des Hautgewebes sich vollzieht, indem dasselbe chitinisirt, wie bei den meisten Arthropoden (Insekten, Arachniden, niederen Crustaceen) und dadurch eine hornähnliche Härte erhält, oder die Bedeckung eine der Cellulose ähnliche Beschaffenheit erhält, wie bei Tunicaten (Ascidien) es gefunden wird, oder zur Steigerung der Härte in die Chitinhaut noch Kalksalze sich einlagern, wie bei den höheren Crustaceen.

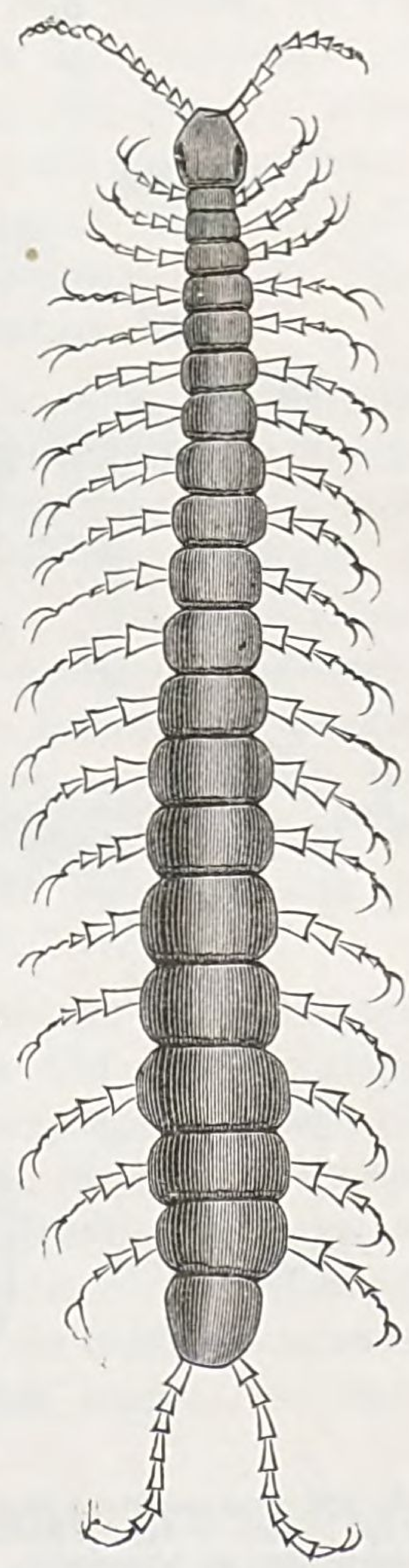


Fig. 302. Tausendfüssler (*Scolopendra morsitans*).

Das Arthropoden-Skelet kann man sich aus einer Anzahl gleichartiger Abschnitte (Segmente) zusammengesetzt denken, die hintereinander liegend ringförmig die Körpermasse umfassen (Fig. 302) und durch eine zarte, weiche, elastische Chitinhaut beweglich miteinander verbunden sind. Durch Annäherung oder Entfernung der einzelnen Segmente mittelst der von Innen daran sich setzenden zahlreichen Muskeln wird der Körper zu Bewegungen befähigt, die wesentlich im Interesse der Locomotion vor sich gehen. Doch besitzen die Arthropoden ganz allgemein noch besondere locomotorische Apparate, die seitliche Anhänge der Segmente sind und theils am Bauche, theils am Rücken paarweise sitzen. Die Bauchanhänge kommen fast allen Arthropoden zu, sind stets gegliedert (daher auch der Name *Arthropoda*) und stellen die eigentlichen Gehwerkzeuge — die Füsse — (Fig. 302) dar. Sie vermitteln das Gehen, Springen, Hüpfen, Klettern, Graben, Schwimmen u. dergl. Die Rückenanhänge dagegen kommen nur wenig vor und entwickeln sich dann zu Flugwerkzeugen, welche, den analogen Organen der Vögel und Chiropteren entsprechend, zur Bewegung in der Luft befähigen. Ihre Zahl ist durchweg eine beschränktere, als diejenige der auf Gangbewegung berechneten Bauchanhänge. Meistens kommen zwei Paar Flügel vor; doch manche haben auch nur ein Paar. Sie sitzen an denselben Segmenten, welche auch den Gehfüssen

zu Trägern dienen (Fig. 303 *Msth, Mtth*), sind aber nicht so allgemein verbreitet als die letzteren, sondern kommen nur bei den Insekten, und selbst hier nicht einmal bei allen, vor.

Die für die Gehfunktion angelegten gegliederten Körperanhänge sind bei den niederen Formen der Arthropoden gleichartige und gleichwerthige Anhangsgebilde, welche nur der Locomotion dienstbar sind (Fig. 302). Bei den höheren Arthropoden (Fig. 303) dagegen bleiben nur die Anhänge der mittlern Körpersegmente dem Dienste der Ortsbewegung erhalten, während denen der vorderen und hinteren Körpersegmente andere Leistungen zugewiesen wurden, und demgemäss sie auch mannigfaltige Umgestaltungen erfuhren. Die Anhänge der vorderen Körpersegmente sind zu Werkzeugen umgewandelt, welche d. Nahrungsaufnahme vermitteln (Mund- oder Fresswerkzeuge, vgl. oben S. 59), während die hinteren Segmentalanhänge als Werkzeuge der Athmung (Kiemen) oder anderer Thätigkeiten Verwendung fanden, oder wo sie nicht nach irgend einer Seite verwendet wurden, sie ganz in Wegfall kommen, und dann der hintere Körperbezirk ohne Anhänge ist (Fig. 303 *Abd*). Hierdurch kommt es, dass man an dem Arthropodenkörper und demgemäss auch an dessen äusserm Skelet drei Bezirke oder Abtheilungen unterschei-

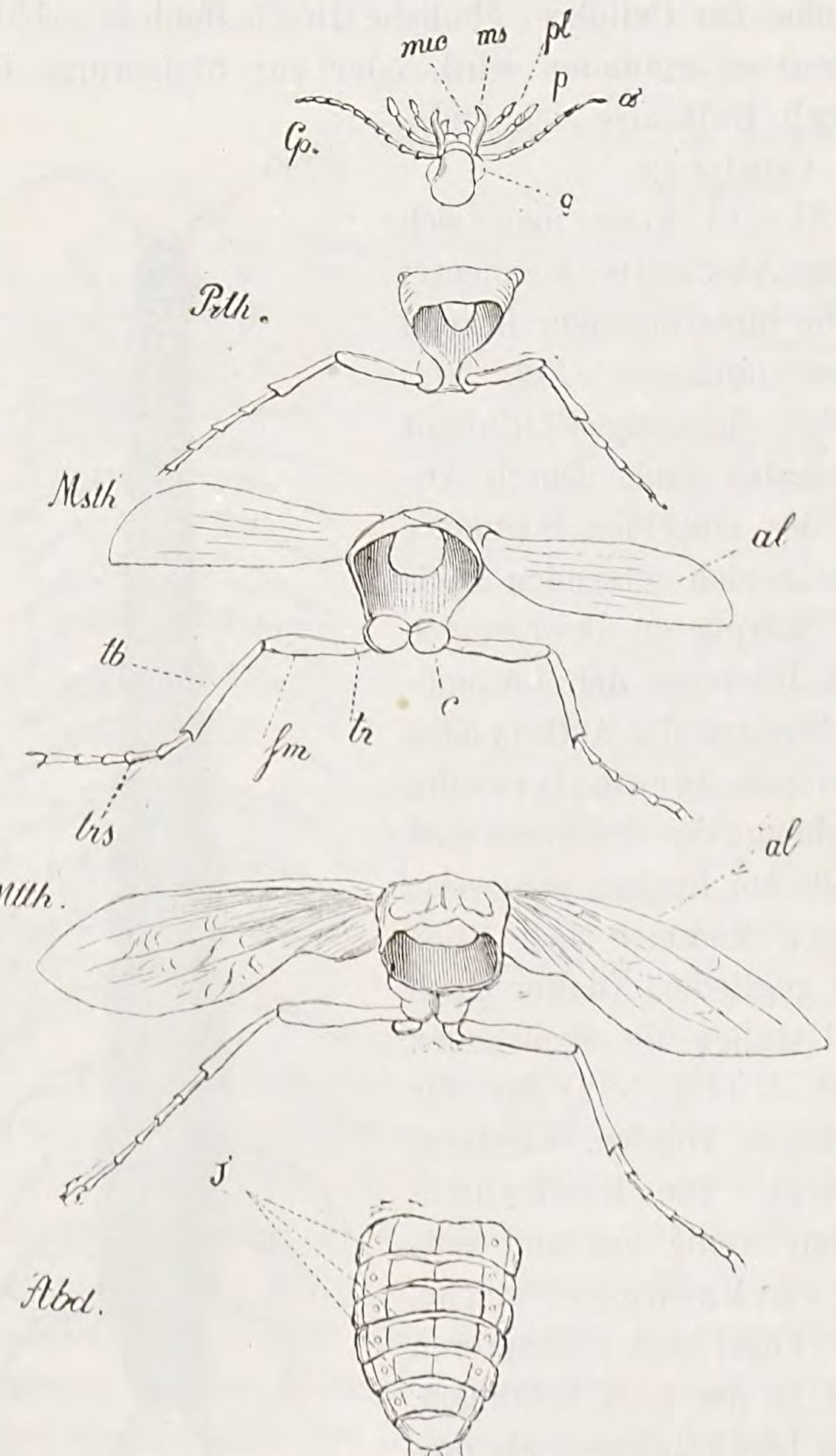


Fig. 303. Aeusseres Skelet eines Käfers in seine Segmente zerlegt. *Cp* Kopf (*Caput*): *o* Auge. *a* Fühler. *ms* Oberkiefer. *mic* Unterkiefer. *p* Kiefertaster. *pl* Lippentaster. *Prth* Protothorax. *Msth* Mesothorax: *al* Vordere Flügel. *c* Hüfte (*Coxa*). *tr* Trochanter. *fm* Oberschenkel. *tb* Schienbein. *trs* Fuss (*Tarsus*). *Mtth* Metathorax: *al'* Hintere Flügel. *Abd* Abdomen: *s* Athemlöcher (*Stigmata*).

det: 1) einen vordern — Kopf *(Caput)*, welcher der Träger der Fresswerkzeuge und Sinnesorgane ist (Fig. 303 *Cp*); 2) einen mittlern — Brust *(Thorax)*, welcher Träger der Ortsbewegungswerkzeuge (Beine und Flügel) ist *(Prth, Msth, Mtth)*, und 3) einen hintern Bezirk (*Abd*) — Bauch *(Abdomen)*, dem die seitlichen Segmentalanhänge entweder ganz fehlen oder wo diese verschiedentlich anderen Zwecken dienstbar sind.

Zur Bildung des Kopfes werden 3—5 Segmente verwendet, die durch Verschmelzung untereinander ihre Selbstständigkeit aufgeben, während an Brust und Bauch die sie bildenden Segmente meistens getrennt sich erhalten. Der Thorax pflegt aus so vielen Segmenten zusammengesetzt zu sein, als er Fusspaare zu tragen bestimmt ist. Bei den Insekten, die nur 3 Fusspaare haben (daher Hexapoden), wird er von drei Segmenten gebildet, von denen das vordere — Protothorax (Fig. 303 *Prth*) — heisst und das vordere Fusspaar trägt, — das mittlere, welches mit dem mittlern Fusspaar und den Vorderflügeln besetzt ist, — Mesothorax (Fig. 303 *Msth*) — und das hintere, welches Träger des hintern Fusspaares und der Hinterflügel ist, — Metathorax (Fig. 303 *Mtth*) bezeichnet wird.

Wo den Thoracal-Anhängen die locomotorische Function entzogen wird und sie zur Beihülfe der Nahrungsaufnahme (Beikiefer) verwendet werden, geben nicht allein die Brustsegmente ihre Trennung, sondern auch der ganze Thorax seine Selbstständigkeit auf, indem er mit dem Kopfe zu einem gemeinsamen Abschnitte — Cephalothorax — verschmilzt (Decapoden). Letzteres kommt aber doch auch da vor, wo, wie bei den Arachniden, nicht allein die Thoracal-Anhänge für die Locomotion erhalten bleiben, sondern auch die hinteren Kopfanhänge ihrer ursprünglichen Bestimmung, der Locomotion zu dienen, wieder zurückgegeben und in ein wirkliches Fusspaar umgewandelt werden. Daher auch die Arachniden ein Fusspaar mehr besitzen, als die Insekten.

Wo, wie bei den Crustaceen, die Thoracal-Anhänge in Hülfsorgane des Kopfes verwandelt sind, werden die Füsse den Abdominal-Anhängen entlehnt und dienen dazu die fünf ersten Paare (Decapoden), während die nachfolgenden übrigen rudimentär bleiben (Afterfüsse), die bald zu Kiemen (Stomatopoden u. a.), bald zu Ruderorganen beim Schwimmen, bald zur Beihülfe bei der Geschlechtsfunction u. dergl. verwendet werden. Hiernach pflegt man auch das Abdomen der Decapoden in ein die Gehfüsse tragendes — Proabdomen — und in das mit den Afterfüssen besetzte, schwanzartige Postabdomen zu scheiden.

β) Skelete, durch Einlagerung von Kalksalzen in die Körperbedeckungen bewirkt, welche zu mannigfaltigen, aber regelmässigen und zum Theil zierlichen Formen sich vereinigen und dadurch Anlass zu geglie-

derten, mehr oder weniger complicirten Hautskeleten geben, wie die Echinodermen Beispiele liefern.

γ) Skelete, durch Einlagerung fester Substanzen, besonders Kalksalze, in das Körperparenchym entstanden, — wohin die Polyparien der Polypen gehören.

Diese Stützgerüste kann man

a. in solche scheiden, welche durch erhärtende Einlagerungen in's Innere des gemeinsamen Polypenstammes gebildet werden, und

b. in solche, bei welchen die Einlagerungen auch auf die Einzelthiere des Stammes sich ausdehnen.

Erstere heissen Axenskelete, die äusserlich von den, die Einzelthiere tragenden, Weichtheilen des Stockes ganz überzogen sind (Fig. 304) (Gorgoniden und Antipathiden).

Je geringer die Einlagerungen sind, um so fleischiger erscheint der Stamm. Daher ist dieser bei Veretillum (Fig. 305), Virgularia, Pennatula u. a. so fleischig, weil die Einlagerungen nur äusserst unbedeutend sind.

Bei letzteren dagegen kann man mehrere Formen,

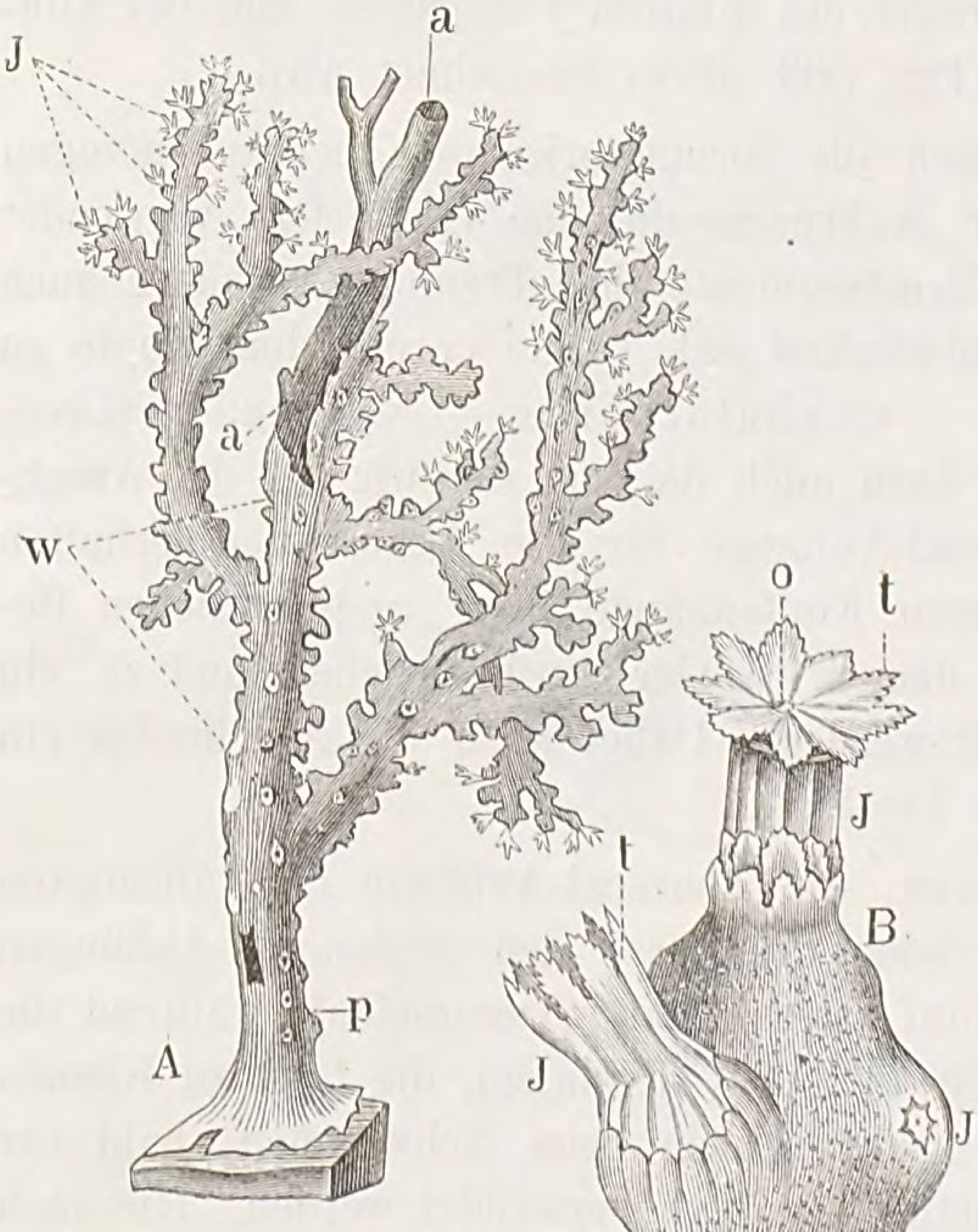


Fig. 304. *A* Gorgonia verrucosa. *p* Polypenstamm. *W* Weichtheile, welche sein Aeusseres bilden. *a* Axenskelet, durch Einlagerung ins Innere gebildet. *J* Einzelne Individuen. *B* Ein kleines Stück vergrössert. *J* Einzelthiere. *J'* Ein solches eingezogen. *o* Mundöffnung. *t* Tentakeln, dieselbe umstellend (nach Milne Edwards).



Fig. 305. Veretillum. *T* Fleischiger Polypenstamm mit nur sehr geringen kalkigen Einlagerungen. *J* Einzelne Individuen. *o* Mundöffnung (*Os*) mit den sie strahlig umstellenden Tentakeln (*t*).

flache, röhrige und becherförmige Skelete, noch unterscheiden, je nachdem die Einlagerungen sich auf den untern Theil des Einzelthieres

beschränken, oder mehr oder weniger auch auf die Leibeswände sich ausdehnen.

Flache Skelete entstehen, wenn die Einlagerungen nur den untern festsitzenden Theil des Einzelthieres einnehmen (Fungien).

Die röhrigen Skelete bilden sich, wenn die Einlagerungen auf die äusseren Schichten der Körperwände sich ausdehnen (Tubiporiden [Fig. 306]) und die becherförmigen kommen zu Stande, wenn die Einlagerungen noch weiter sich erstrecken, in's Innere des Thierkörpers bis in die Septa der Leibeshöhle eindringen. (Oculinen [Fig. 307], Madreporiden, Caryophyllien.)

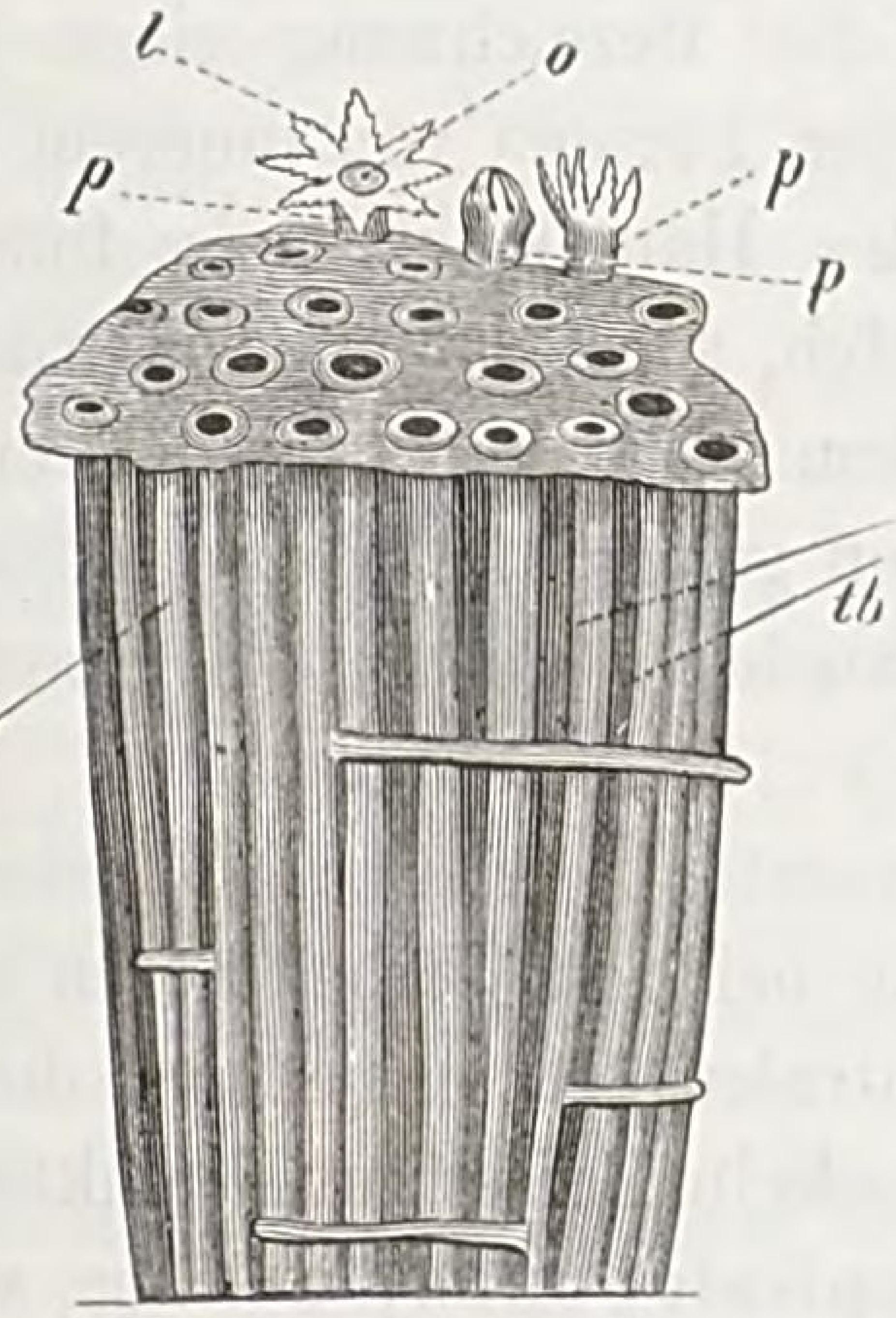


Fig. 306. Polyparium von der Orgelkoralle (*Tubipora*). *tb* Einzelne Röhren. *p* Die Einzelpolypen. *o* Mundöffnung. *t* Tentakeln, welche dieselbe umstellen.

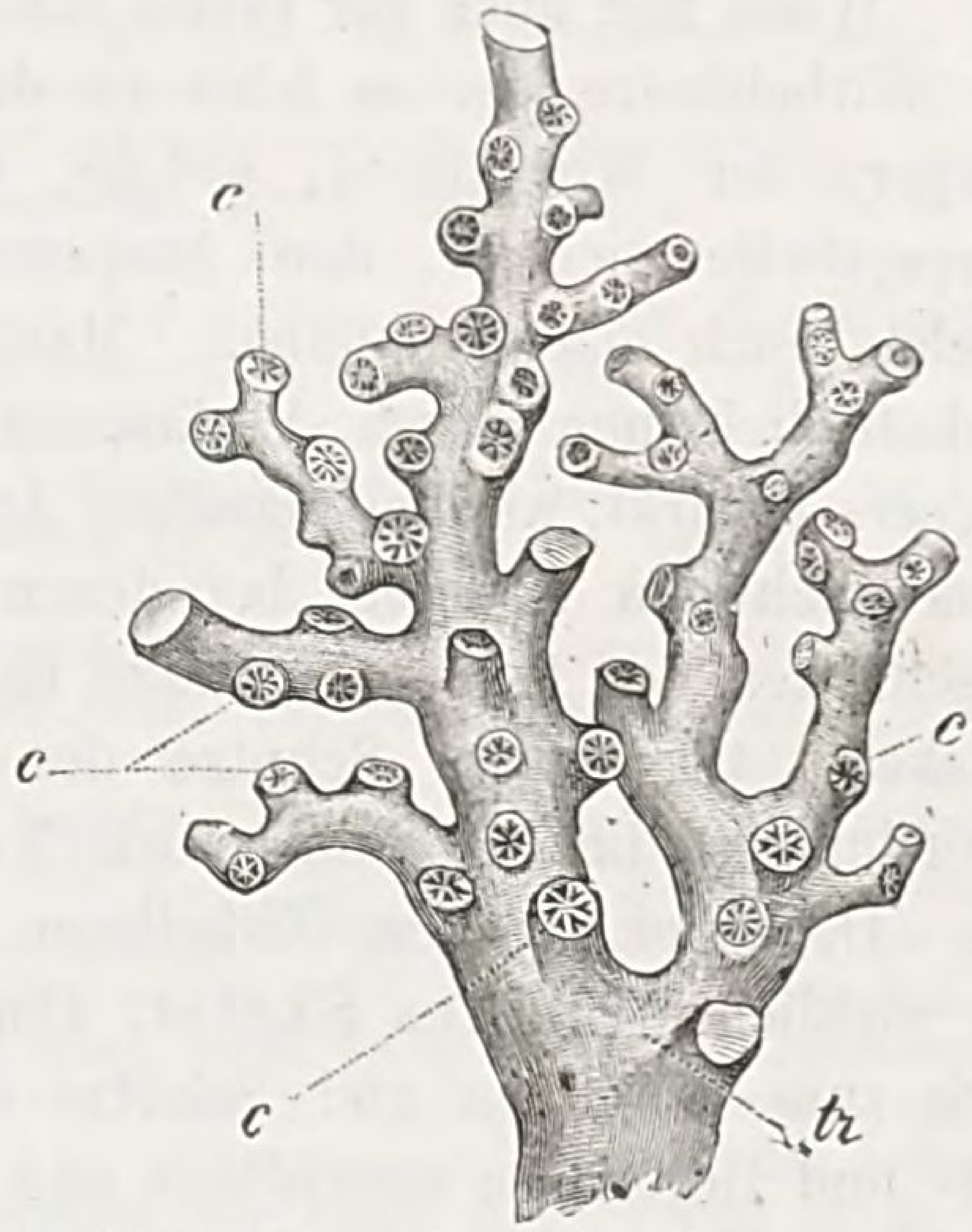


Fig. 307. Polyparium von der weissen Koralle (*Oculina virginea*). *tr* Polypenstamm. *c* Becherförmige Gruben, welche die Einzelthiere tragen, und deren verkalkte strahlige Leibes-Septa die strahlige Luft bedingen.

δ) Skelete, durch erhärtende Secrete erzeugt, welche die Körper-Oberfläche liefert und denen auch fremde Bestandtheile, wie Sandkörner, Reste harter Pflanzentheile und harte Theile der Excremente u. dergl. sich beizumischen pflegen. Sie stellen starre, schalenförmige Gehäuse oder Röhren dar, welche den Thierkörper schützend umgeben. Beispiele liefern die röhrenförmigen Gehäuse der Kopfkiemer (*Sabella* u. a.) und die Schalen und Gehäuse der Mollusken. Bei vielen, namentlich bei Gasteropoden, wird ihre erste Anlage durch Verdickung und Härtung der äussern Haut oder eines Theiles derselben gebildet, und nur die weitere Ausbildung und Vergrösserung erfolgt mit Hülfe der erhärtenden Secrete. Daher sind auch meistens diese Gehäuse nicht ganz vom innenwohnenden Thiere getrennt, sondern stehen an einer, wenn auch noch so beschränkten Stelle mit demselben in organischer Verbindung.

ε) Endlich gibt es noch Wirbellose (manche Crustaceen), welche sich fremde Skelete aneignen, um ihren, von der Natur ungenügend geschützten Leib damit zu schützen. So bemächtigt sich der sog. Einsiedlerkrebs *(Pagurus)* der Schalen von Meerschnecken, um seinen weichen Hinterleib hineinzustecken. Wird bei wachsendem Körper ein solches Gehäuse schliesslich zu klein, so wirft er dasselbe ab und wählt sich ein anderes von passenderer Grösse.

b. Inneres Skelet.

α) Inneres Skelet bei wirbellosen Thieren.

Wenn nun auch der Besitz eines innern Skelets eine Eigenthümlichkeit der Wirbelthiere ist, so fehlt es doch nicht an Bildungen im Innern des Körpers der Wirbellosen, welche, zur Stütze oder zum Schutze innerer Körpertheile dienend, den Anspruch auf die Bezeichnung eines inneren Skelets auch machen können. Manche dieser Formen von innerem Skelete sind freilich nur durch Verlängerungen des Hautskelets in's Innere des Körpers bewirkt, wie bei manchen Arthropoden, so besonders bei Crustaceen, namentlich den Krebsen, bei denen von dem Hautskelet an den einzelnen Abschnitten des Leibes Fortsätze nach innen gehen, theils zum Ansatze der Muskeln, theils zum Schutze des am Bauche liegenden Nervenstranges (Bauchmark) dienen; daher auch Nervenskelet genannt.

Doch bei anderen Wirbellosen, so namentlich bei den Mollusken, tritt ein wirkliches inneres Skelet, ähnlich wie bei den Wirbelthieren auf, das auch zum Einhüllen und Schutze des centralen Nervensystems dient, die Seh- und Hörorgane umschliesst und den Muskeln Befestigungspunkte bietet. Es ist dies der sog. Kopfknorpel der Cephalopoden, welcher, wie eine Art Schädel, das sog. Gehirn dieser Thiere kapselartig umschliesst, nebstdem aber auch von dem Oesophagus durchbohrt wird. Auch in den übrigen Theilen des Körpers, in die Muskelsubstanz eingebettet, kommen isolirte Knorpelstücke vor, welche den Muskeln Befestigungspunkte und einzelnen Körpertheilen grössere Stütze gewähren sollen. Hierher gehören Knorpel (Rückenknorpel) im Nacken bei Loligo und Sepia, Knorpel an den beiden Seiten des Trichters bei den Loligineen und Argonauta —, Knorpel an der Basis der Flossen bei den Loligineen, — und endlich Knorpel an der Basis der Arme (Armknorpel) zur Stütze und Befestigung derselben. Auch bei Röhrenwürmern kommt, den Untersuchungen von Leydig und Quatrefages zu Folge, ein inneres, aus Zellenknorpel gebildetes Skelet vor, das den Kiemen zur Stütze und den Thoraxmuskeln zum Ansatze dient[1]).

Das bei den Loligineen im Mantel steckende sog. Os Sepiae ist

[1]) Leydig, Lehrb. d. Histologie d. Menschen u. d. Thiere. Frankfurt a. M. 1857, S. 164.

jedoch keine hierher zu rechnende Bildung, es ist kein Analogon eines innern Skelets, sondern ein Absonderungsprodukt des Mantels. Es besteht aus einer hornigen Platte, welche auf beiden Seiten mit abgelagerten Kalkschichten bedeckt ist.

β) Vom inneren Skelet der Wirbelthiere.

Agassiz, Recherches sur les poissons fossiles. Neuchâtel 1833. — Agassiz et Vogt, Anatomie des Salmones. Neuchâtel 1845. — D'Alton, Die Skelete der Robben und Lamantine. Bonn 1826. — Derselbe, Die Skelete der straussartigen Vögel. Bonn 1827. — Derselbe, Die Skelete der Beutelthiere. Bonn 1828. — Derselbe, Die Skelete der Chiropteren und Insectivoren. Bonn 1831. — Derselbe, Die Skelete der Raubvögel. Bonn 1838. — P. Albrecht, Beitrag zur Torsionstheorie des Humerus u. z. morpholog. Stellung der Patella in der Reihe der Wirbelthiere. Kiel 1875. (Eine sehr fleissige Inauguralarbeit.) — Arendt, De capitis ossei Esocis lucii structura. Regiomont. 1824. — Bakker, Osteographia piscium. Groning. 1822. — C. E. v. Baer, Zweiter Bericht von der königl. anatom. Anstalt zu Königsberg. Leipzig 1819. — T. Bell, Carnivora, in Todd's Cyclopaedia of anatomy, Vol. I. — Derselbe, Chiroptera, ebendaselbst, I. — Derselbe, Edentata, ebenda, II. — Derselbe, Insectivora, ebenda, II. — Bergmann, Bewegungen von Radius u. Ulna am Vogelflügel, in Müller's Archiv, 1839. — Th. Bischoff, Lepidosiren paradoxa. Leipzig 1840. — Derselbe, Ueber die Verschiedenheit in der Schädelbildung des Gorilla, Chimpanse und Orang-Utang. München 1867. — Bojanus, Anatome testudinis. Vilnae 1819. — Derselbe, Beitrag zur Deutung der Schädelknochen in der Isis, 1819. Taf. 16. — Derselbe, Zur Skeletbildung, ebendaselbst, 1819. Taf. 14, 15, 18. — Derselbe, Ueber den Schädel, ebenda, 1821. Taf. 8. — Bonnsdorf, Speciel jemförande bescrifning of hufvatskäls-benen hos Gadus lota. Helsingfors 1847. (Versuch einer speciellen Reduction des Fischschädels auf den des Menschen.) — Derselbe, Kritik der allgemein angenommenen Deutung der Furcula bei den Vögeln. Helsingfors 1869. Mit 4 Tafeln. — Brandt u. Ratzeburg, Med. Zoologie. Bd. I. — B. Brühl, Icones Zootomiam illustrantes. Wien 1862. — Derselbe, Anfangsgründe der vergl. Anatomie in allen Thierklassen. Mit 19 Tafeln. Wien 1847 (Lief. 1—3). — C. G. Carus, Von den Urtheilen des Knochen- und Schalengerüstes. Leipzig 1828. — Derselbe, Erläuterungstafeln zur vergl. Anatomie, Heft 2. Leipzig 1827. — G. Cuvier, Recherches sur les ossements fossiles. Paris 1821—24. Tom. I., V. — Derselbe, Histoire des poissons. — Derselbe, Vorlesungen über vergl. Anatomie, übersetzt von Froriep u. Meckel. Leipzig 1809. Bd. I. — Fr. Cuvier, Cetacea, in Todd's Cyclopaedia, Vol. I. — Milne Edwards, Crustacea, in Todd's Cyclopaedia, I. — Erdl, Ueber das Skelet des Gymnarchus, in den Abhandlungen der Münchener Akademie der Wissenschaften, 1846. — Derselbe, Tafeln zur vergl. Anatomie des Schädels. München 1841. — J. G. Fischer, Anatom. Untersuchung. Hamburg 1864. — G. Fischer, Ueber die verschiedenen Formen der Intermaxillarknochen. Leipzig 1800. — Fürbringer, Die Knochen und Muskeln der Extremitäten bei schlangenähnlichen Sauriern, 1870. — Gegenbaur, Untersuchungen zur vergl. Anatomie der Wirbelsäule bei Amphibien und Reptilien. Leipzig 1862. — Derselbe, Untersuchungen zur vergl. Anatomie der Wirbelthiere. Heft I.—III., 1864—72. (Handelt über Carpus und Tarsus, Schultergürtel, Brustflosse der Fische und Kopfskelet der Selachier.) — Derselbe, Ueber die episternalen Skelettheile in der Jenaischen Zeitschrift. Bd. V. S. 175. — Derselbe, Die Drehung des Humerus, ebenda, Bd. IV. S. 50. — Geoffroy de Saint-Hilaire, Philosophie anatomique, T. I. Paris 1818. — Derselbe, in Annales du Musée d'histoire naturelle, X. p. 358. — Goethe, Ueber die Zwischenkiefer, in Act. Academ. Leopold. Carol. Bd. XV., 1. — Derselbe, Zur Morphologie, Bd. II. — Gorski, Ueber die Beckenknochen der beschuppten Amphibien, in Müller's Archiv 1868. — Gurlt, Anatomische Abbildungen der Haussäugethiere. — Derselbe, Anatomie der Haussäugethiere. Neue Ausgabe von Leihenring mit Atlas. Berlin 1873. — Hagenbach, Hirn- und Schädelbau der sog. Hollenhühner, in Müller's Archiv, 1839. — Hallmann, Die vergl. Osteologie des Schläfenbeins. Hannover 1837. — Hasse u. Schwark, Studien zur vergl. Anatomie der Wirbelsäule, in Hasse's Anatom. Studien. Leipzig 1873. Bd. I. S. 21. — Henle, Ueber Narcine, eine neue Gattung elektrischer Rochen. Berlin 1834. — Hyrtl, Lepidosiren paradoxa, Wien 1845. — Derselbe, Cryptobranchus japanicus. Wien 1865. Mit 14 Tafeln. —

v. d. Hoeven, De sceleto piscium. Lugd. Batav. 1822. — Humphry, Observation on the limbs of the vertebrate animals: the plan of their construction; their homology and the comparison of the fore and hind limbs. Cambridge 1860. 3 Tafeln. — Huxley, Elem. of comparat. anatom. London 1864. — G. Jäger, Entwickelung der Gräte des Schädels bei Säugethieren und Entwickelung und Function der Knochenhöhlen, in Müller's Archiv, 1842. — Derselbe, Ueber die Knochenhöhle, ebenda, 1842. — Derselbe, Ueber die am Schädel von Wirbelthieren im Verlauf der Entwickelung bemerkbaren Veränderungen, ebendaselbst 1847. — F. Rymer Jones, Osseous System, in Todd's Cyclopaedia, Vol. III. — Derselbe, Pachydermata, ebenda, Vol. III. — Derselbe, Pisces, ebendaselbst, Vol. III. — Derselbe, Myriapoda, in Todd's Cyclopaedia, Vol. III. — Derselbe, Gasteropoda, in Todd's Cyclopaedia, Vol. III. — Kölliker, Ueber das Ende der Wirbelsäule der Ganoiden und einiger Teleostier. Leipzig 1860. Mit 4 Tafeln. — Derselbe, Zweiter Bericht von der zootom. Anstalt zu Würzburg, 1849 (Primordialcranium). — Koestlin, Der Bau des knöchernen Kopfes. Stuttgart 1844. — Krauss, Zur Osteologie d. surinam. manatus, in Müller's Archiv, 1858. — Lieberkühn, Ueber den Abfall der Geweihe etc., in Müller's Archiv, 1861, S. 748. — J. C. G. Lucae, Die Robbe und Fischotter in ihrem Knochen- und Muskelskelet. Eine morpholog. Studie. Frankfurt a. M. 1876. — Ch. Martin, Nouvelle comparaison des membres pelviens et thoraciques chez l'homme et chez les Mammifères, déduits de la torsion de l'humerus; Mémoire de l'Académie des sciences et lettres de Montpellier. N. Ser. T. III., 1857. — Fr. Meckel, System der vergl. Anatomie. II. Theil, 1. und 2. Abtheilung. — Derselbe, Ornithorhynchi paradoxi descriptio anatomica. Lipsiae 1826. — Mettenheimer, De membro piscium pectorali. Berolini 1847. — J. Müller, Zur vergl. Osteologie und Myologie der Myxinoiden. Berlin 1837. — Derselbe, Ueber Branchiostoma lubricum, in d. Abhandl. der Berliner Akademie, 1842. — A. Müller, Beobachtungen zur vergl. Anatomie der Wirbelsäule, in Müller's Archiv, 1853. — Newport, Insekta, in Todd's Cyclopaedia, II. — Nitzsch, Osteographische Beiträge zur Naturgeschichte der Vögel. Halle 1811. — Oken, Ueber die Bedeutungen der Schädelknochen. Jena 1807. — Derselbe, Beinphilosophie, in der Isis, 1819, S. 1528, Taf. 18. — Derselbe, Pterodactylus, ebenda, Taf. 20. — Otto, De rarioribus quibusdam sceleti humani cum mammalium sceleto analogiis. Vratislav. 1839. — Owen, Lectures on comparat. Anatomy. P. I. London 1846. — Derselbe, On the Archetype of the vertebrate Skeleton. London 1848. — Derselbe, Ueber Lepidosiren annectens, in Transact. of the Linnean Society. London 1839. — Derselbe, Marsupialiea, in Todd's Cyclopaedia, III. — Derselbe, Monotremata, Vol. III., ebenda. — Derselbe, Aves, ebenda, I. — Derselbe, Cephalopoda, in Todd's Cyclopaedia, Vol. I. — Pander u. d'Alton, Die Skelete der Pachydermen. Bonn 1821. — Dieselben, Die Skelete der Raubthiere. Bonn 1822. — Dieselben, Die Skelete der Wiederkäuer. Bonn 1823. — Dieselben, Die Skelete der Nagethiere, Abth. 1 u. 2. Bonn 1823—24. — Dieselben, Die Skelete der Vierhänder. Bonn 1824. — Dieselben, Die Skelete der zahnlosen Thiere. Bonn 1825. — Dieselben, Die Skelete der Cetaceen. Bonn 1827. — Peters, Die Bildung des Schildkrötenskelets, in Müller's Archiv, 1839. — Pfeiffer, Zur vergl. Anatomie des Schultergürtels. Giessen 1854. — Rathke, Untersuchungen über den Kiemenapparat und das Zungenbein der Wirbelthiere. Riga und Dorpat 1832. — Derselbe, Bemerkungen über den innern Bau der Pricke. Danzig, 1825. — Derselbe, Ueber Entwickelung und Körperbau der Krokodile. Braunschweig 1866. — Reichert, Vergl. Entwickelungsgeschichte des Kopfes der nackten Reptilien. Königsberg 1838. — Derselbe, Ueber Primordialcranium, in Müller's Archiv, 1852, S. 521. — Derselbe, Ueber den assymetr. Bau des Kopfes der Pleuronectiden, in dessen Archiv, 1874, S. 196, Taf. V u. VI. — Retzius, A., Die richtige Deutung der Seitenfortsätze der Rücken- und Lendenwirbel des Menschen und der Säugethiere, in Müller's Archiv, 1849. — Rosenthal, Ichthyotomische Tafeln. 6 Hefte. Berlin 1817—25. — L. Rütimeyer, Ueber den Bau von Schale und Schädel der lebend. und fossilen Schildkröten. Basel 1874. — Derselbe, in den Verhandlungen der naturforsch. Gesellschaft in Basel. Bd. VI., 1. — Sharpey, Echinodermata, in Todd's Cyclopaedia, Vol. II. — Spencer-Cobbald, Ruminantia, ebenda, Vol. II. — Stannius, Die Deckknochen und integrirenden Ossificationen der Wirbel einiger Knochenfische, in Müller's Archiv, 1849. — Derselbe, Gebiss und Schädel des Walrosses, in Müller's Archiv, 1842. — Derselbe, Handbuch der Anatomie der Wirbelthiere. 1. Heft: Zootomie der Fische; 2. Heft: Zootomie der Amphibien. 2. Aufl. Berlin 1854—1856. — Strauss-Dürkheim, Anatomie du Chat. Atlas. Paris 1845. — Tiedemann (mit Oppel u. Liboschitz), Naturgeschichte der

Amphibien. I. Heft: Krokodile. Heidelberg 1817. — Derselbe, Anatomie und Naturgeschichte des Drachens. Nürnberg 1811. — J. Tomes, Osseous System, in Todd's Cyclopaedia, Vol. III. — Ullrich, De capite testudinis. Berolini 1816. — Vicq-d'Azyr, in dessen: Oeuvres, publiés par Moreau. T. IV. — Volkmann, Anatomia animalium, Vol. I. Lib. 1. Lipsiae 1831. — Vrolik, Ueber das Becken des Braunfisches (Delphinus phocaena), in Müller's Archiv, 1850. — R. Wagner, Icones zootomicae. Lipsiae 1841. — M. J. Weber, Die Skelete der Hausthiere. Bonn 1824. Zweite Ausgabe 1850. — John Wood, Pelvis, in Todd's Cyclopaedia, Vol. V. — Zaeringer, Quaedam de historia naturali atque descriptio sceleti salmonis forionis. Friburg i. Br. 1829.

Es ist stets aus Bindesubstanz gebildet, bald aus Bindegewebe und Knorpel, bald aus Knochen. Bei seiner ersten Anlage besteht es aus beiden ersteren, bei seiner weiteren Vervollkommnung wird es von den letzteren gebildet.

a) *Einfachste Anlage des inneren Skelets.*

Wo das innere Skelet in seiner einfachsten Form auftritt, wie es vorübergehend als erste Skeletanlage bei den Embryonen aller Wirbelthiere, und als bleibendes Skelet bei Cyclostomen und Amphioxinen unter den Fischen angetroffen wird, — besteht es: 1) aus einem, von Zellenknorpel gebildeten Knorpelstrange — der Rückensaite *(Chorda dorsalis)* — und 2) aus einigen faserhäutigen Platten, die von der, die Chorda umschliessenden, äusseren bindegewebigen Hülle ausgehen und theils dorsalwärts von der Chorda zur Umschliessung des centralen Nervensystems, theils ventralwärts zur Umschliessung der Organe der Leibeshöhle dienen (Fig. 308).

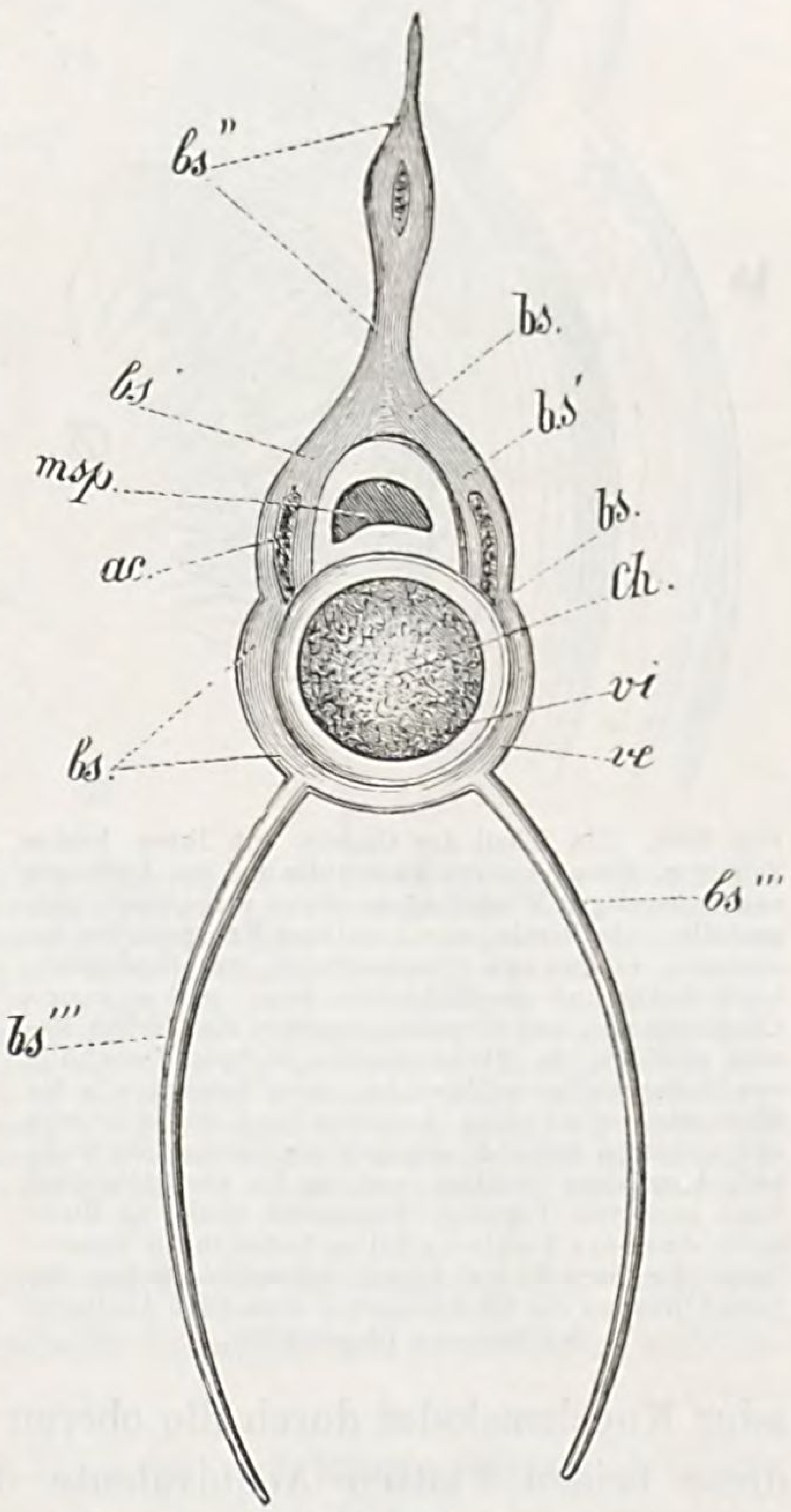


Fig. 308. Querschnitt des Skeletes von Petromyzon marinus. *ch* Chorda. *vi* Innere Scheide. *ve* Aeussere Scheide. *bs* Bindegewebige Skeletsubstanz. *bs'* Dorsale blattförmige Ausläufer zur Umschliessung des Rückenmarkes (*msp*). *bs''* Unpaares dorsales Blatt. *bs'''* Ventrale blattförmige Ausläufer zur Umschliessung der Rumpfhöhle (entspr. den späteren Rippen).

Die Chorda dient dem Rückenmarke *(msp)*, das auf ihr liegt, zur tragenden Stütze und vertritt die Stelle der späteren Wirbelkörper. Sie geht auch unter, sobald diese, sei es knorpelig oder knöchern, auftreten. Sie wird von drei Hüllen (Fig. 309) umschlossen, von denen die zwei inneren die eigentlichen Chorda-Scheiden genannt werden. Die innere (Fig. 308 und Fig. 309 *vi*) ist von bindegewebigem Charakter und geschichtetem Bau; die andere *(ve)*, nach aussen

davon folgende — die äussere Chordascheide — sehr viel schwächer, als jene, besteht aus circulärlaufenden elastischen Fasern. Nach aussen von diesen zwei, der Chorda eigenthümlichen Scheiden besitzt letztere noch eine dritte äussere faserige Umhüllung (Fig. 308 und 309 *bs*), welche die übrigen bindegewebigen Theile der Skeletanlage durch blattförmige Ausläufer, die sie entsendet, liefert, wie auch da, wo die bindegewebigen Skelettheile durch Knorpel oder Knochen vertreten werden, diese aus ihr hervorgehen. Daher kann man sie auch als eigentliche Skelet bildende Scheide bezeichnen.

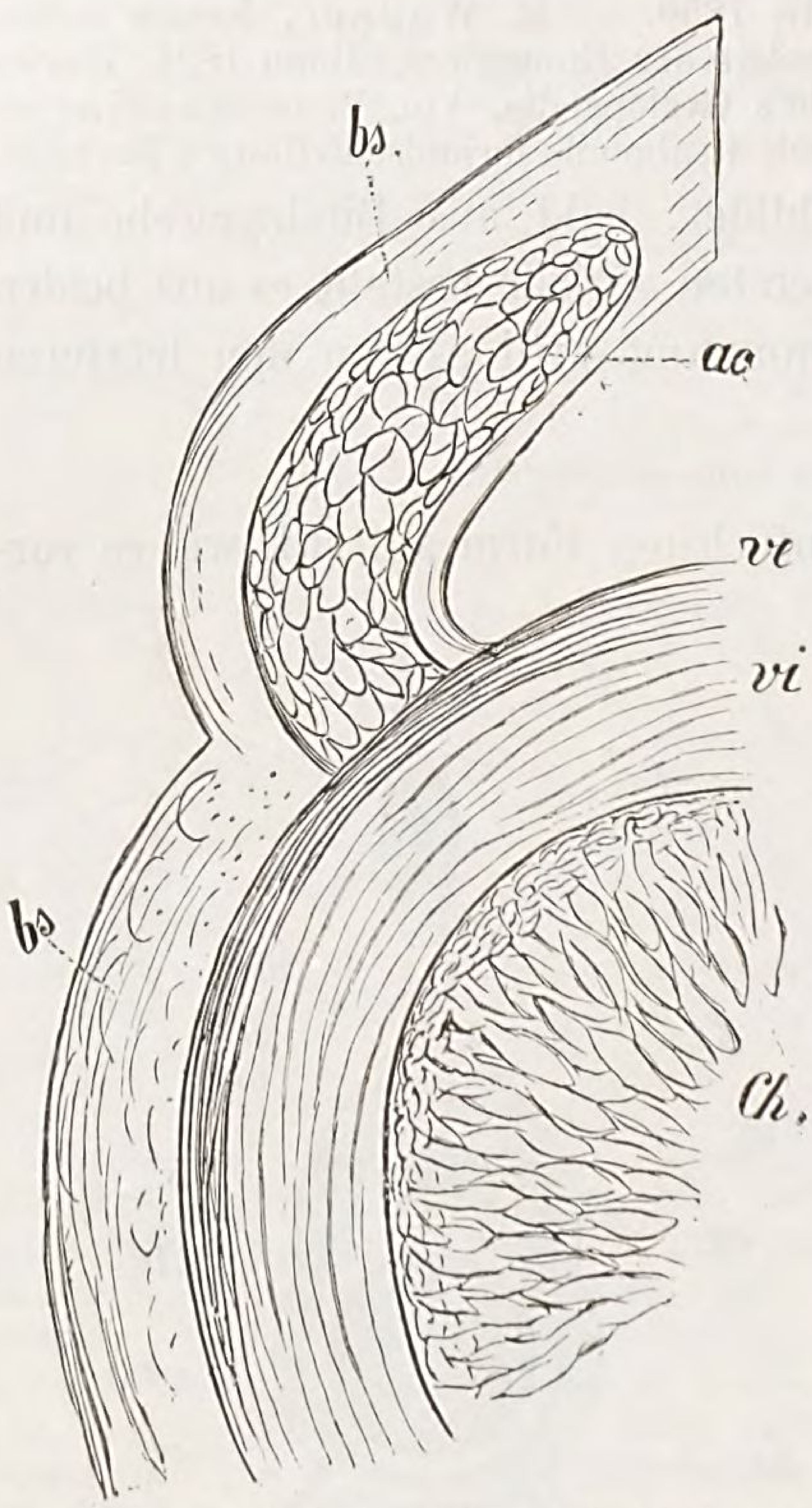


Fig. 309. Ein Theil der Chorda mit ihren beiden Scheiden, ihrer äusseren Faserhülle und den Anfängen von knorpeligen Wirbelbogen, etwas vergrössert dargestellt. *Ch* Chorda, aus kernlosen Knorpelzellen bestehend. *vi* Innere Chordascheide, von bindegewebiger Natur und geschichtetem Bau. *ve* Aeussere Chordascheide, aus circulärgelagerten elastischen Fasern gebildet. *bs* Skeletbildende äussere Faserhülle von bindegewebigem Charakter, deren Faserzüge in der Mitte vorwiegend einen circulären Lauf, in der inneren und äusseren Schichte dagegen eine mehr longitudinale Anordnung besitzen und in der oberflächlichen Lage auch von Pigment durchsetzt sind. *ac* Rudiment eines aus kernlosen Zellen bestehenden knorpeligen (dorsalen) Wirbelbogens, eingebettet in dem zur Umschliessung des Rückenmarkes dienenden Ausläufer der äusseren Chordahülle.

Diese äussere Faserhülle der Chorda, die wesentlich von bindegewebiger Beschaffenheit ist, in der Mitte mehr eine circuläre, innen und aussen eine mehr longitudinale Lagerung ihrer Faserzüge zeigt, in den äusseren Schichten auch pigmenthaltig zu sein pflegt, — entsendet dorsal- und ventralwärts blattförmige Ausläufer, von denen die ersteren (Fig. 308 *bs'*) zur schützenden Umschliessung des Hirn- und Rückenmarks, die letzteren (*bs'''*) dagegen zur Umschliessung der Organe der Leibeshöhle dienen. Die dorsalwärts von der Chorda beiderseits sich abhebenden Faserplatten — Dorsalplatten — (*bs'*) vereinigen sich über dem Rückenmarke (*msp*) von beiden Seiten miteinander und umschliessen dadurch letzteres ähnlich scheidenartig, als dies im Knorpel oder Knochenskelet durch die oberen (dorsalen) Wirbelbogen geschieht. Dass diese beiden Platten Aequivalente der noch fehlenden Wirbelbogen sind, geht daraus hervor, dass bei Petromyzon marinus in ihnen schon Andeutungen von sich entwickelnden knorpeligen Wirbelbogen auftreten (Fig. 308 und 309 *ac*). Die vereinigten Platten (*bs''*) verlaufen nun, ähnlich den auf den Wirbelbogen aufsitzenden Processus spinosi, in der Mittellinie nach der

Oberfläche des Rückens weiter. Bisweilen weichen sie auf diesem Wege noch einmal auseinander, um ein aus Fett und pigmentirtem Bindgewebe gebildeten Strang zwischen sich aufzunehmen. Die ventralwärts abgehenden Faserplatten *(bs''')* — Ventralplatten — umschliessen, gleich den Rippen, die Leibeshöhle. Dass sie Aequivalente der, die Wandung der letzteren stützenden Bogen des Knochenskelets sind, wird dadurch schon angedeutet, dass sie muskulös unterbrochen sind, sonach keine eigentlichen Platten, sondern nur Streifen darstellen, die, ähnlich den Rippen, mit Muskellagen abwechseln.

Hinter der Leibeshöhle, unter dem Caudalabschnitte des Leibes, umschliessen die Ventralplatten, statt der Eingeweide der Leibeshöhle, die Stämme der Caudalgefässe *(Art. et Vena caudalis)* und bilden durch ihre Vereinigung von beiden Seiten um diese einen ähnlichen Kanal, — Caudalkanal — als wie die Dorsalplatten einen solchen um das Rückenmark bildeten (Fig. 310). Hier haben sie den Werth von unteren oder ventralen Wirbelbogen. Daher bei den Petromyzonten, bei welchen schon die Dorsalplatten Spuren von knorpeligen oberen Wirbelbogen enthielten, hier auch solche für untere Wirbelbogen vorgefunden werden (Fig. 310 *aci*). Entsprechend den Dorsalplatten, setzen auch diese Ventralplatten, nach ihrer Vereinigung, als unpaare Platte (*spi*) nach der Mittellinie der unteren Körperfläche ihren Lauf fort und entsprechen dadurch den Processus spinosi inferiores des Knochenskelets.

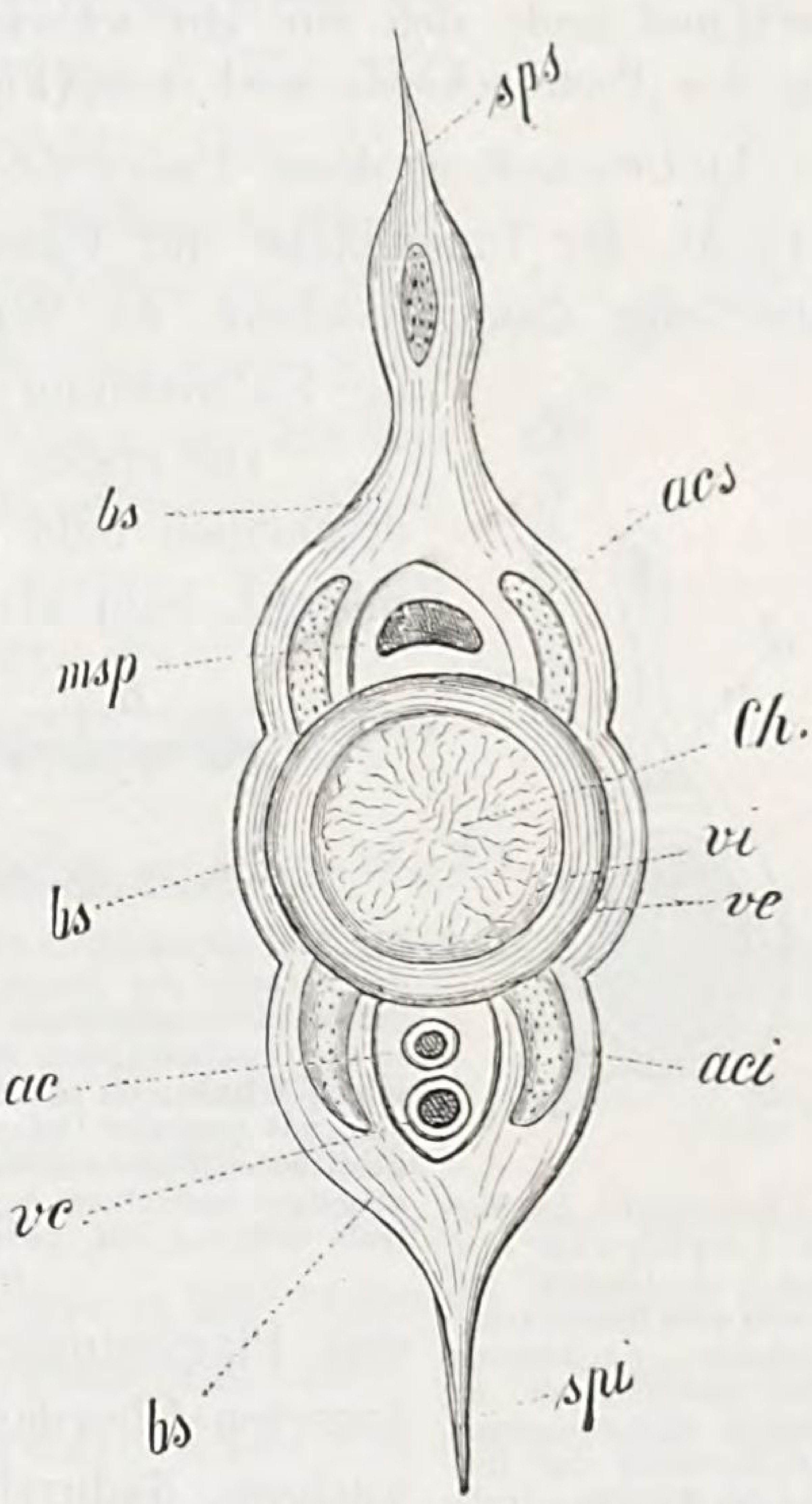


Fig. 310. Querschnitt des Schwanztheils des Skeletes von Petromyzon marinus. *Ch* Chorda. *vi* Innere (bindegewebige) Scheide derselben. *ve* Aeussere Chordascheide (aus circulären elastischen Fasern bestehend). *acs* Knorpelige Anlage von oberen Wirbelbogen. *aci* Knorpelige untere Wirbelbogen. *bs* Bindegewebige Skeletsubstanz (sog. skeletogenes Gewebe). *sps* Unpaarer Fortsatz nach dem Rücken, den späteren Processus spinosi superiores entsprechend. *spi* Dessgleichen nach unten, aus denen die späteren Processus spinosi inferiores hervorgehen. *msp* Medulla spinalis. *ac* Arteria caudalis. *vc* Vena caudalis.

Bei Amphioxus lanceolatus (Fig. 311) ist das innere Skelet ähnlich angelegt, als es oben geschildert wurde, nur noch einfacher, Manches nur angedeutet, was dort mehr entwickelt sich zeigt. Aber eine auffällige Verschiedenheit zeigt sich darin, dass 1) die Chorda *(ch')* nicht einen zelligen Bau, sondern einen geschichteten hat, aus Querblättern, die selbst wieder

aus Fibrillen zusammengesetzt sind, besteht, und 2) statt der oben angeführten beiden eigentlichen Chordascheiden nur eine die Chorda umgibt.

R. Kossmann[1]) glaubt diese bisher vorgelegenen Widersprüche durch Untersuchung gelöst zu haben. Er sucht darzuthun, dass die bisherige Chorda, die von ihm sog. Pseudochorda, nicht die eigentliche Chorda, sondern die einseitig entwickelte innere Chordascheide sei. Die wirkliche Chorda sei verkümmert und finde sich nur ein schwaches Rudiment davon in dem dorsalen Umfang der Pseudochorda noch vor (Fig. 311 *ch'*).

b) *Umwandlung dieses Faserskelets in Knorpel- und Knochenskelet.*

1) An der Innenfläche der Faserscheide der Chorda entwickeln sich, erst knorpelig, dann knöchern, die Wirbelkörper, wobei nach Maassgabe der Entwicklung der letzteren die Chorda verdrängt wird.

Die ersten Anlagen der Wirbelkörper (Fig. 312 a) erscheinen bald als sehr schwache (wie bei den Chimären), bald als stärkere ringförmige Wülste (wie bei den Plagiostomen), welche von der Innenfläche der äusseren Chordascheide in die Chordasubstanz hineinwachsen, dadurch die letztere in Abtheilungen scheiden, die durch die Oeffnung der so entstandenen Ringe jedoch noch untereinander in Verbindung stehen (Fig. 312 b).

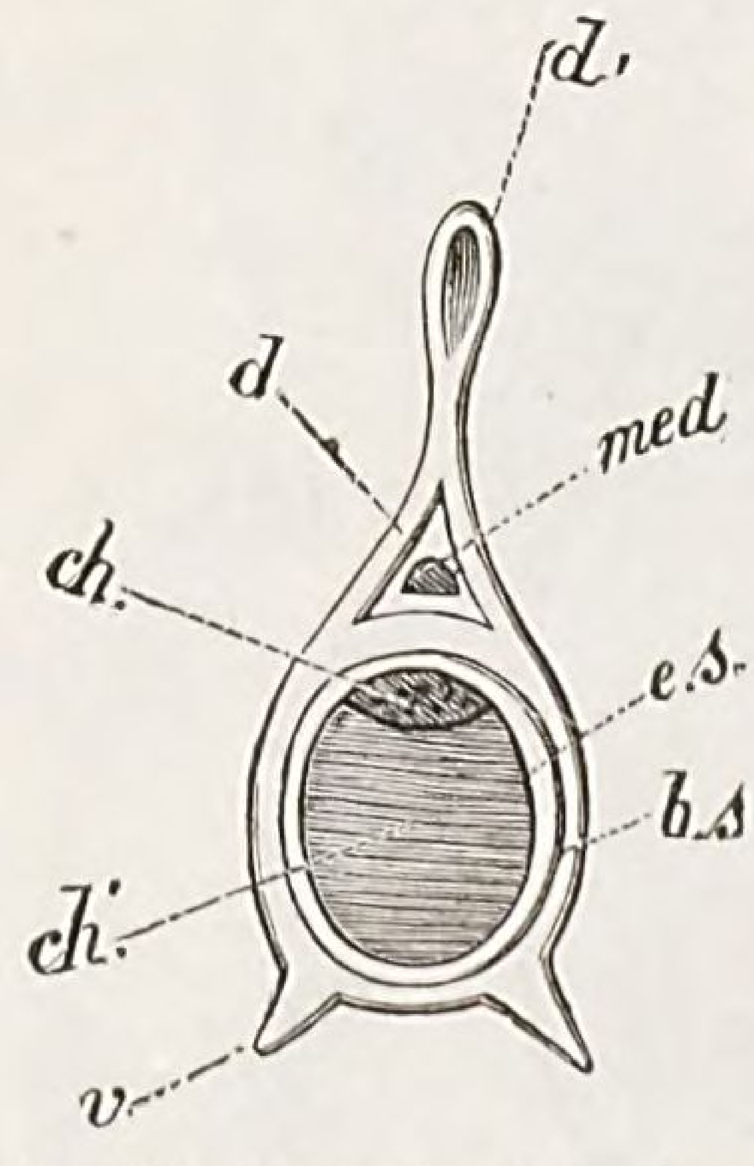


Fig. 311. Querschnitt des Skeletes von Amphioxus lanceolatus. *ch* Chorda. *ch'* Pseudochorda oder innere (cuticulare) Scheide. *e.s* Aeussere (elastische) Chordascheide. *b.s* Bindegewebige Skeletsubstanz. *d* Dorsale Ausläufer zur Umschliessung der Medulla spinalis (*med*) als Vertreter der späteren oberen Wirbelbogen. *d'* Unpaarer Fortsatz, den späteren Processus spinosi entsprechend. *v* Ventrale Fortsätze.

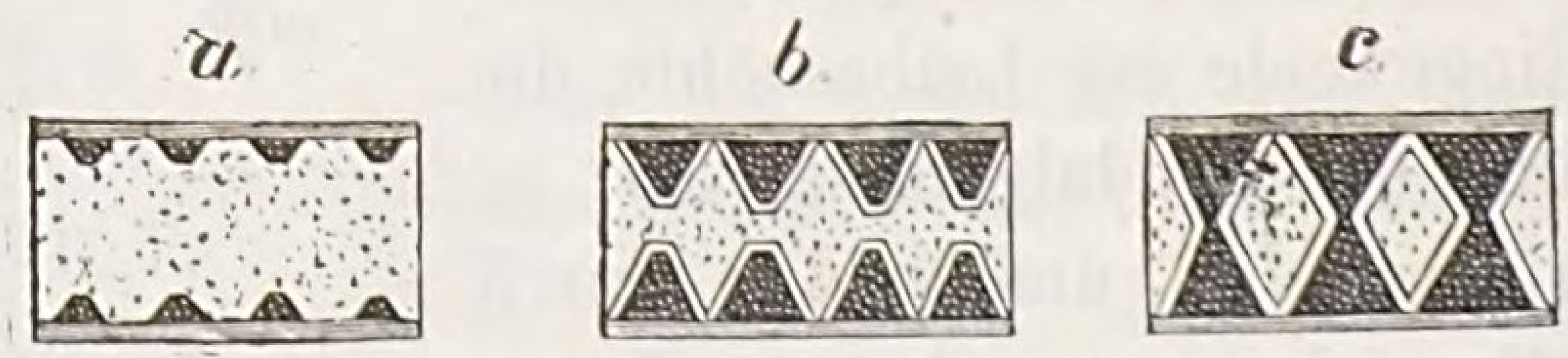


Fig. 312. Schema der Bildung der Wirbelkörper bei den Fischen im Längsdurchschnitt der Chorda. *a* Die ersten Anlagen der Wirbelkörper — Form von schwachen ringförmigen Wülsten, welche von der Innenfläche der Chordascheide in die Chordasubstanz hineinwachsen. *b* Stärkere Entwicklung dieser ringförmigen Wülste; sie stellen nun die Wirbelkörper dar, welche biconcave Scheiben sind mit centraler Oeffnung, durch welche die einzelnen Abtheilungen der übrig gebliebenen Chordasubstanz noch mit einander in Verbindung stehen. *c* Vollständige Ausbildung der Wirbelkörper, von biconcaver Scheibform, ohne centrale Oeffnung. Die zwischen den einzelnen befindlichen biconcaven Lücken sind von der Chordasubstanz ausgefüllt.

Tritt hier, wenn auch nur theilweise, Verknöcherung auf, wie bei den meisten Plagiostomen, so beginnt dieselbe nicht aussen, sondern innen an der Höhlung des Ringes und schreitet nach aussen weiter.

Schliesst sich bei der Wirbelentwicklung die Höhlung des Ringes beinahe zu oder ganz (Fig. 312 c), so stellen die Wirbelkörper biconcave Scheiben dar, zwischen welchen noch biconconvexe Abtheilungen der Chordasubstanz liegen, die nur selten durch feine Oeffnungen in der Mitte des Wirbelkörpers noch untereinander in Zusammenhang stehen (Knochenfische).

2) In den von der Faserscheide nach dem Rücken abgehenden, und das Centralnervensystem umgebenden Faserplatten (Fig. 308 *bs'*), ent-

[1]) In den Verhandlungen der Würzburger physical.-med. Gesellschaft. Neue Folge. Bd. VI. S. 82 Taf. IV.

wickeln sich (erst knorpelig, dann knöchern) die Wirbelbogen und die oberen Dornfortsätze (Fig. 313 und 314).

3) Aus den seitlich abgehenden, die Leibeshöhle umgebenden, muskulös unterbrochenen fibrösen Platten der Chordascheide (Fig. 308 *bs'''*) entwickeln sich in ähnlicher Weise die Querfortsätze und Rippen (Fig. 314) oder nur Querfortsätze (Fig. 313).

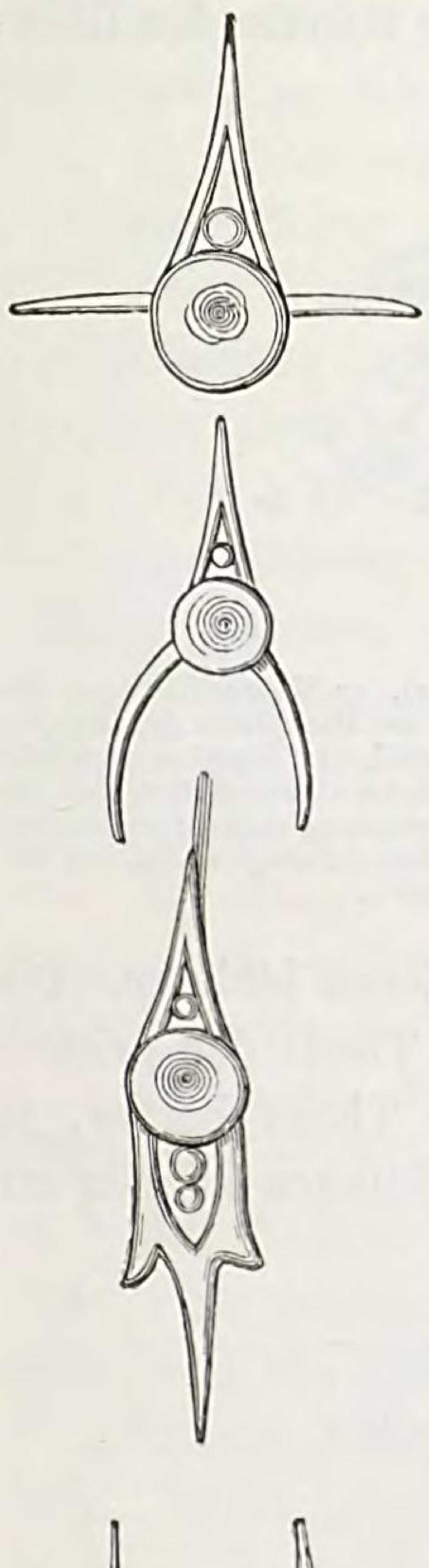


Fig. 313. Fischwirbel, den Uebergang der Querfortsätze in die Bildung der unteren Lagen darstellend.

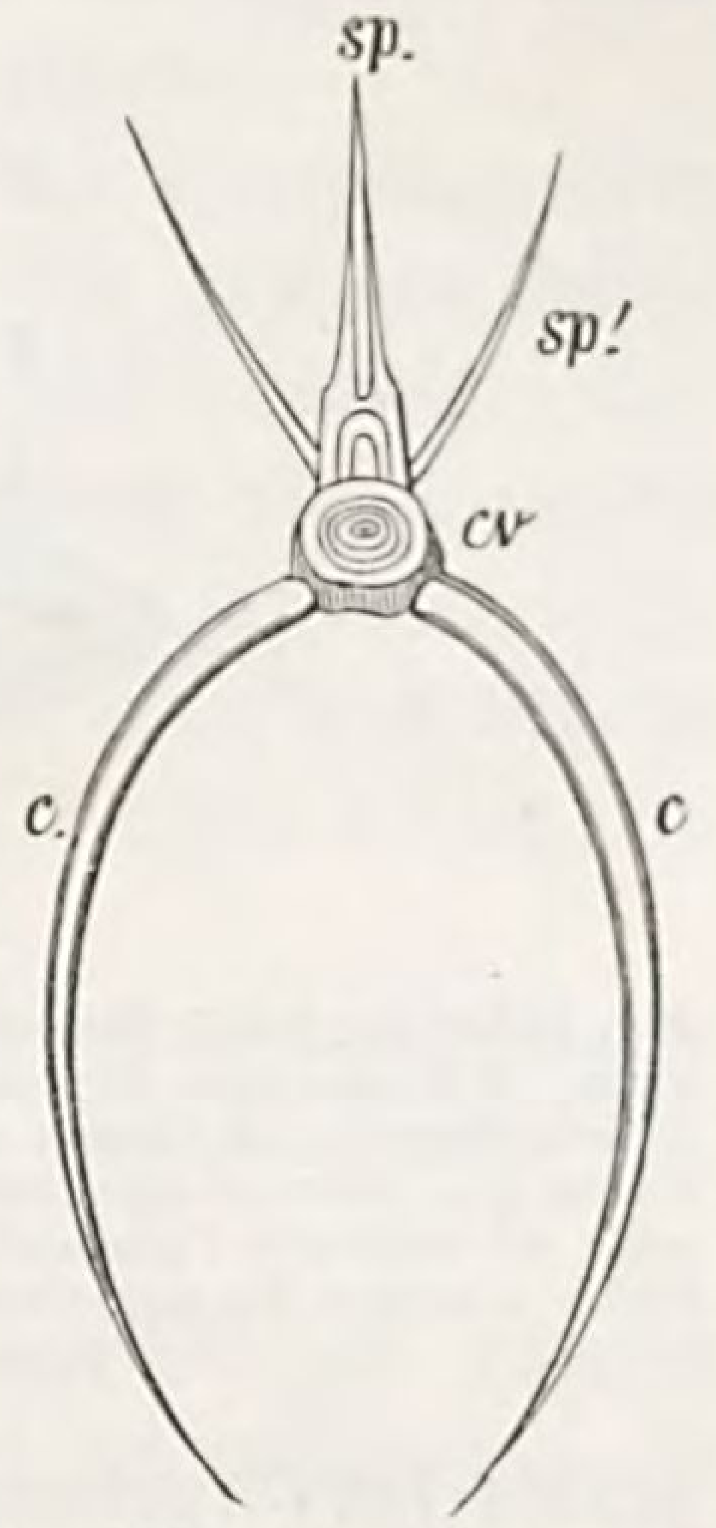


Fig. 314. Rumpfskelet eines Knochenfisches (*Forelle*) im Querschnitt (n. R. Wagner). *cv* Wirbelkörper. *sp* Dornfortsatz. *sp'* Nebendorn. *c* Costae.

4) Am Schwanzbezirk, wo anstatt der die Leibeshöhle umschliessenden Platten solche nach unten abgehen (Fig. 310 *aci*), um den Kanal für die Caudalgefässe zu bilden, entwickeln sich daraus, wo nothwendig, auch untere Wirbelbogen und untere Dornfortsätze hervor (Fig. 313).

Die oberen und unteren Wirbelbogen mit den Processus spinosi können schon auftreten, wo an der Chorda noch keine Andeutung von Wirbelkörpern sich zeigt (Störe). Ueberhaupt stellt die Wirbelsäule der Ganoiden alle Stufen des Uebergangs der niederen Formen der Fische zu den Knochenfischen und selbst zu den Amphibien dar.

5) Das vordere Ende des Kanals des Rückgrates wird durch blasige Erweiterung zu dem das Gehirn umschliessenden Schädel *(Cranium, Pars cerebralis capitis)*, in den die Chorda mit übergeht. Anfänglich *(Cyclostomen, Selachier)* stellt er eine ungetheilte Knorpelkapsel (Fig. 315 *cr* und 316 *cr*) dar, welche in ihrer Wandung das Gehörorgan einschliesst, und vorn und seitlich Gruben (Nasen- und Augengrube) zur Aufnahme des Riech- und Sehorgans trägt (Fig. 316 *ol*, *o*). Bei anderen (Ganoiden, Knochenfischen, Amphibien) gliedert sich der Schädel. Seine einzelnen Glieder sind theils noch mehr oder weniger knorpelig, theils sind sie knöchern, bis endlich bei den höheren Wirbelthieren die letzteren ihn allein bilden.

Die knorpelige Schädelkapsel, das Primordialcranium, pflegt im ganzen Umfang knorpelig zu sein, wo keine Knochen auftreten, um das Gehirn zu

schützen und zu decken. Wo letzteres dagegen von Knochen mehr oder weniger umschlossen werden soll, kann sie stellenweise nur häutig gebildet sein, was Ueberreste der häutigen Dorsalplatten der äusseren Chordascheide sind, die den aus der blasig erweiterten Fortsetzung des Kanals des Rück-

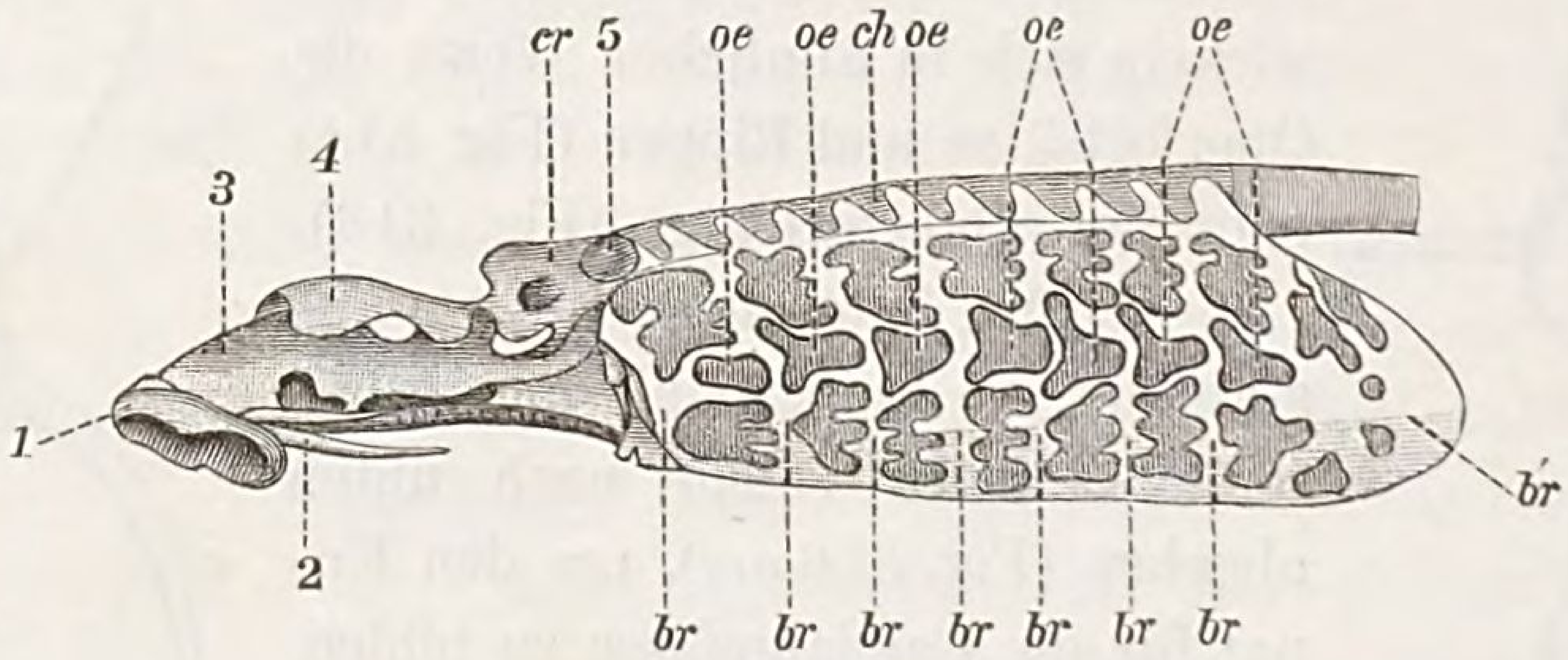


Fig. 315. Kopf und Kiemengerüst von Petromyzon flaviat. (nach R. Wagner). *cr* Knorpelhäutiges Cranium. *1* Knorpeliger Lippenring. *2* Anhang desselben. *3* und *4* Vordere und hintere Deckplatte des Mundes. *5* Gehörkapsel. *ch* Chorda dorsalis mit den Rudimenten von Bogenstücken der Wirbel. *br* Einzelne verästelte Bogen des Kiemenbogenkorbes, die sowohl am dorsalen Ende, mit dem sie am Rückgrat angeheftet sind, als auch am ventralen Ende und in der Mitte zwischen beiden letzteren mit einander in Verbindung stehen; an letzterer Stelle umgeben die doppelten Verbindungsstäbe Lücken (*oe*), welche die äusseren Kiemenöffnungen stützend umgeben. *br'* Geschlossenes hinteres Ende des Kiemenbogenkorbes.

grates hervorgehenden Schädel ebenso umgeben, als sie jenen bildeten. Die Knochen gehen theils aus Ossificationen des knorpeligen Theils der primordialen Schädelkapsel, theils aus solchen des häutigen Theils hervor, ja selbst Ossificationen der aussen, dicht aufliegenden Bedeckungen können zur

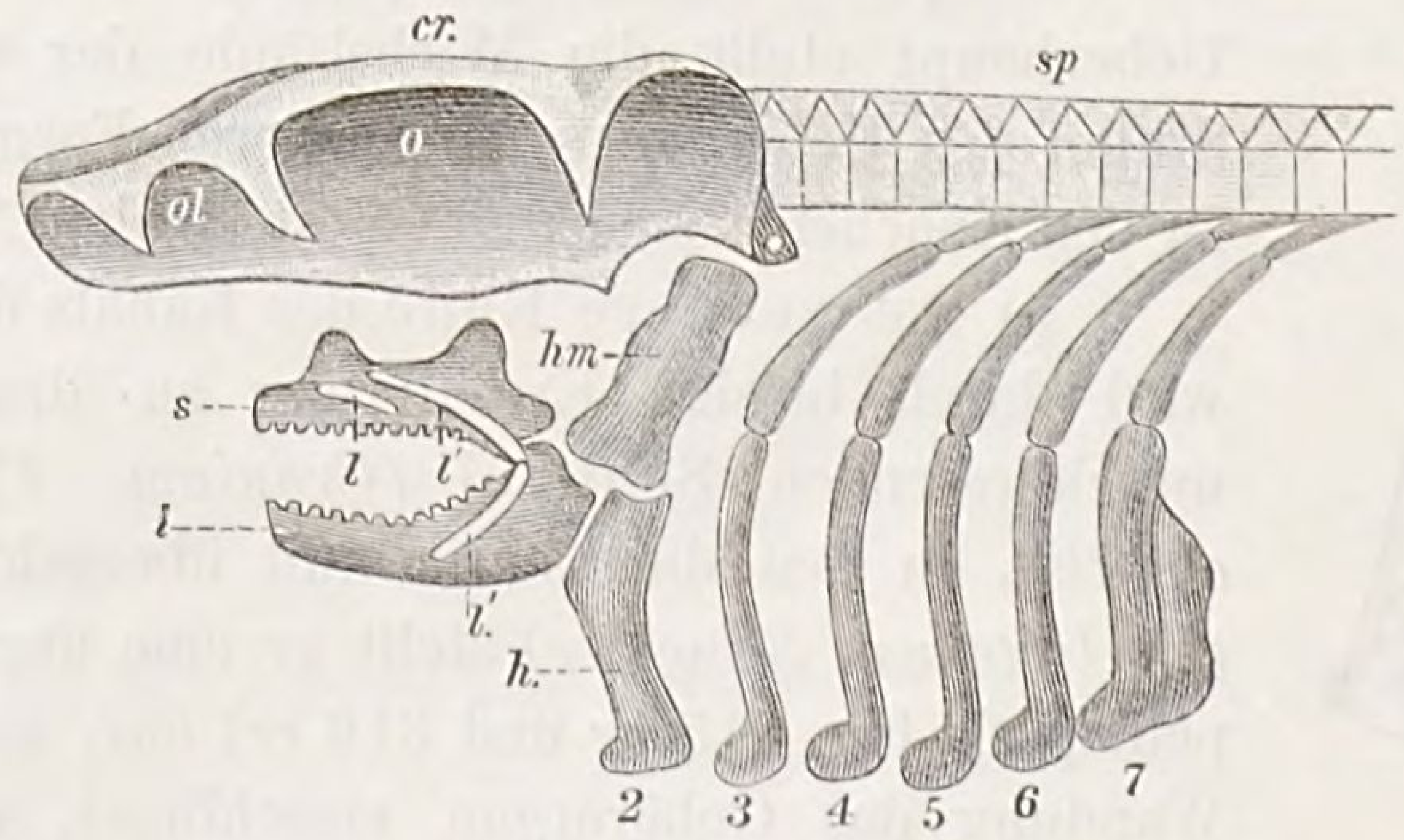


Fig. 316. Kopfskelet und Kiemengerüst von Acanthias vulgaris (etwas schematisch gehalten). *cr* Knorpeliges Cranium. *sp* Wirbelsäule. *o* Augengrube. *ol* Riechgrube. *2—7* Knorpelbogen des Kiemengerüstes. *h* Hyoideum. *hm* Hyomandibulare. *s* Oberkiefer. *i* Unterkiefer. *l* Vorderer oberer Lippenknorpel. *l'* Hinterer oberer und unterer Lippenknorpel.

Vervollständigung der Schädelwände beigezogen werden. Von der äusseren Scheide des Theils der Chorda, welcher in die Basis des Schädels sich fortsetzte, geht die Bildung von drei Wirbelkörpern ähnlich aus, wie solche am Rückgrat von ihr aus entstehen.

Die für die Bildung der Schädelwand und schützende Umschliessung des Gehirns noch weiter sich entwickelnden Knochen verbinden sich derart

untereinander und mit den an der Basis entstandenen Körpern, dass sie ähnlich ringförmige Segmente am Schädel — Schädelwirbel — veranlassen, als durch die Verbindung der in den Dorsalplatten entstehenden Stücke der Wirbelbogen mit den aus der Chordascheide entstandenen Wirbelkörpern zu den ringförmigen Rückgratwirbeln sich verbinden.

6) An die ventrale Seite der Schädelkapsel legen sich knorpelige oder knöcherne Bogen an, welche den vorderen Bogen des, die Athmungshöhle stützenden, Visceral- oder Kiemengerüstes entlehnt sind und zur stützenden Umschliessung des Einganges dieser und der Verdauungshöhle dienen sollen. In seiner einfachsten Form zeigt sich dieses Bogengerüst bei den Selachiern (Fig. 316 *s i*). Durch Gliederung, Verknöcherung der einzelnen Stücke und das Hinzutreten neuer Theile wird der Uebergang zu den höheren Thieren gegeben.

In Verbindung mit dem Schädel bildet dieses Bogengerüst den Kopf *(Caput)* und stellt daran dessen Antlitztheil *(Pars facialis)* oder das Kiefergaumengerüst dar.

Zu diesen wesentlichen Theilen des Wirbelthier-Skelets pflegen aber, zur Vervollständigung des Ganzen und je nach den Anforderungen an die zu machenden Leistungen, noch nachfolgende hinzuzutreten:

a) An der Wirbelsäule knorpelige oder knöcherne Rippen (Fig. 314), welche die Wandung der Leibeshöhle stützen und unter Umständen auch der Locomotion dienstbar werden können. Sie können aber auch fehlen. Am häufigsten jedoch ist ihre Anwesenheit nur auf eine bestimmte Abtheilung der Säule beschränkt. Wo einzelnen Organen der Leibeshöhle ein grösserer Schutz und den Rippen an ihrem unteren ventralen Ende ein fester Punkt gewährt werden soll, um ihnen diejenigen Bewegungen zu ermöglichen, wie die abwechselnden Umfangsveränderungen der Lungen beim Athmen es erfordern, — kann das von den Rippen gebildete Knochengewölbe einen unteren festen Verschluss dadurch erhalten, dass eine Anzahl von Rippen, meistens die vorderen (sog. wahren) Rippen — Costae verae — noch einen, ihre ventralen Enden vereinigenden unpaaren Schlussknochen — Brustbein *(Sternum)* — zwischen sich nehmen (Fig. 317 und 318), und mit dem rippentragenden Theil der Wirbelsäule den Skeletabschnitt darstellen, den man als Brustkorb *(Thorax)* zu bezeichnen pflegt. Er bildet den wesentlichsten Theil des Rumpfgerüstes *(Truncus)*, das dem Körperabschnitt zu Grunde liegt, der die gesammte Eingeweidehöhle einschliesst.

b) Können sich, wie dies auch bei den meisten Wirbelthieren der Fall ist, an das Rumpfgerüst noch gegliederte Anhänge — die Gliedmassen *(Extremitates)* — befestigen, welche zur Vermittelung der Ortsbewegung dienen, deren Zahl zwar verschieden sein kann, doch die im Allgemeinen aus vier zu bestehen pflegen, einem vorderen und hinteren Paare.

Nur bei den Fischen und den Walen zeigen sich Abweichungen. Bei letzteren gehen sie dahin, dass nur zwei vordere Gliedmassen vor-

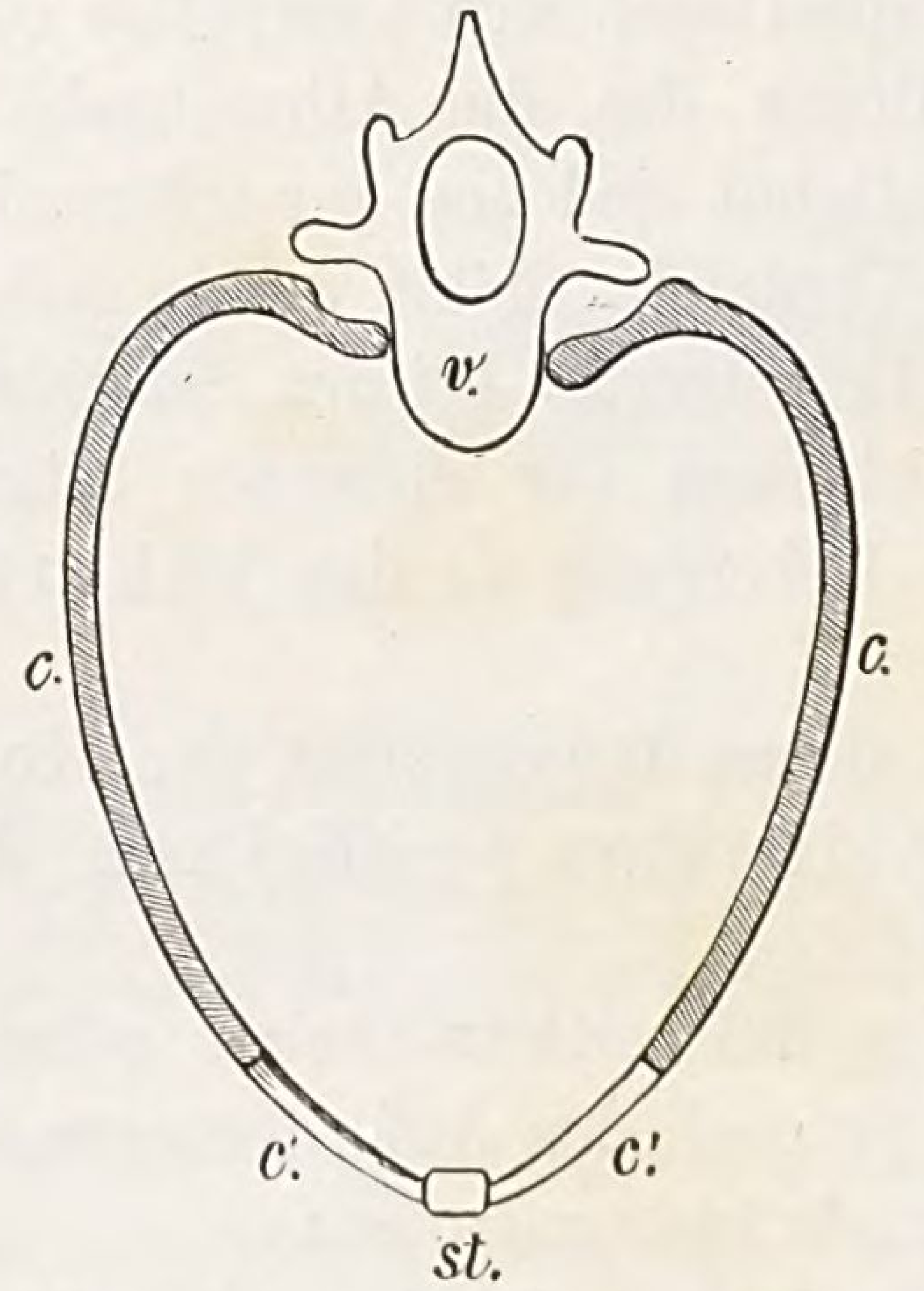


Fig. 317. Querdurchschnitt des Thoraxskelets eines Säugethieres (schmale Thoraxform), schematisch. *v* Wirbelsäule. *c* Costae. *c'* Cartilagines costales. *st* Sternum.

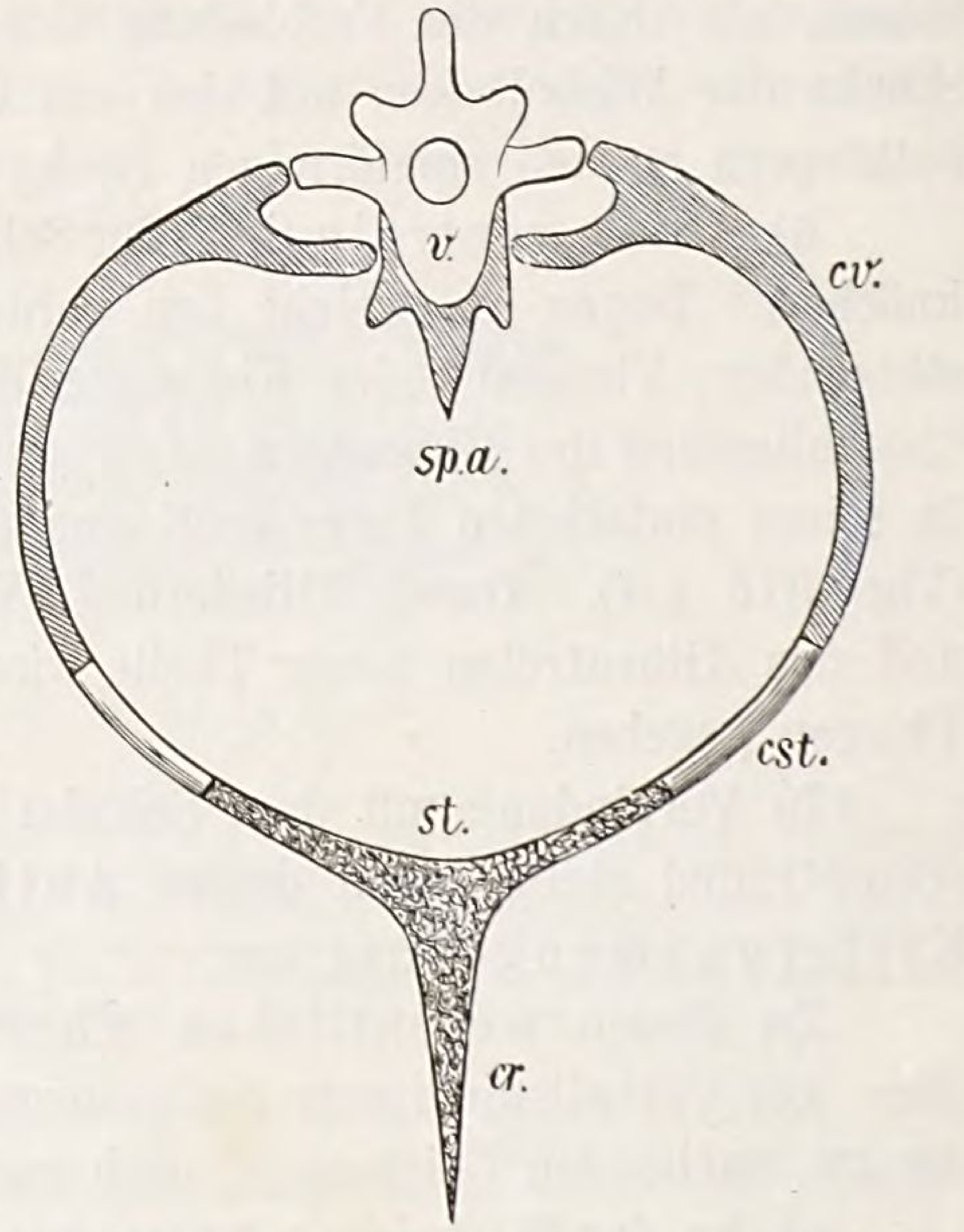


Fig. 318. Querdurchschnitt des Rumpfskelets eines Vogels (halbschematisch). *v* Wirbelsäule. *sp.a* Vorderer Dornfortsatz. *cv* Costa vertebralis. *cst* Costa sternalis. *st* Sternum. *cr* Crista sterni.

handen sind, das hintere Paar fehlt und durch die unpaare Schwanzflosse vertreten wird, während bei den Fischen, ausser den vier paarigen Gliedmassen, noch unpaare (Schwanz-, After- und Rückenflossen) vorkommen.

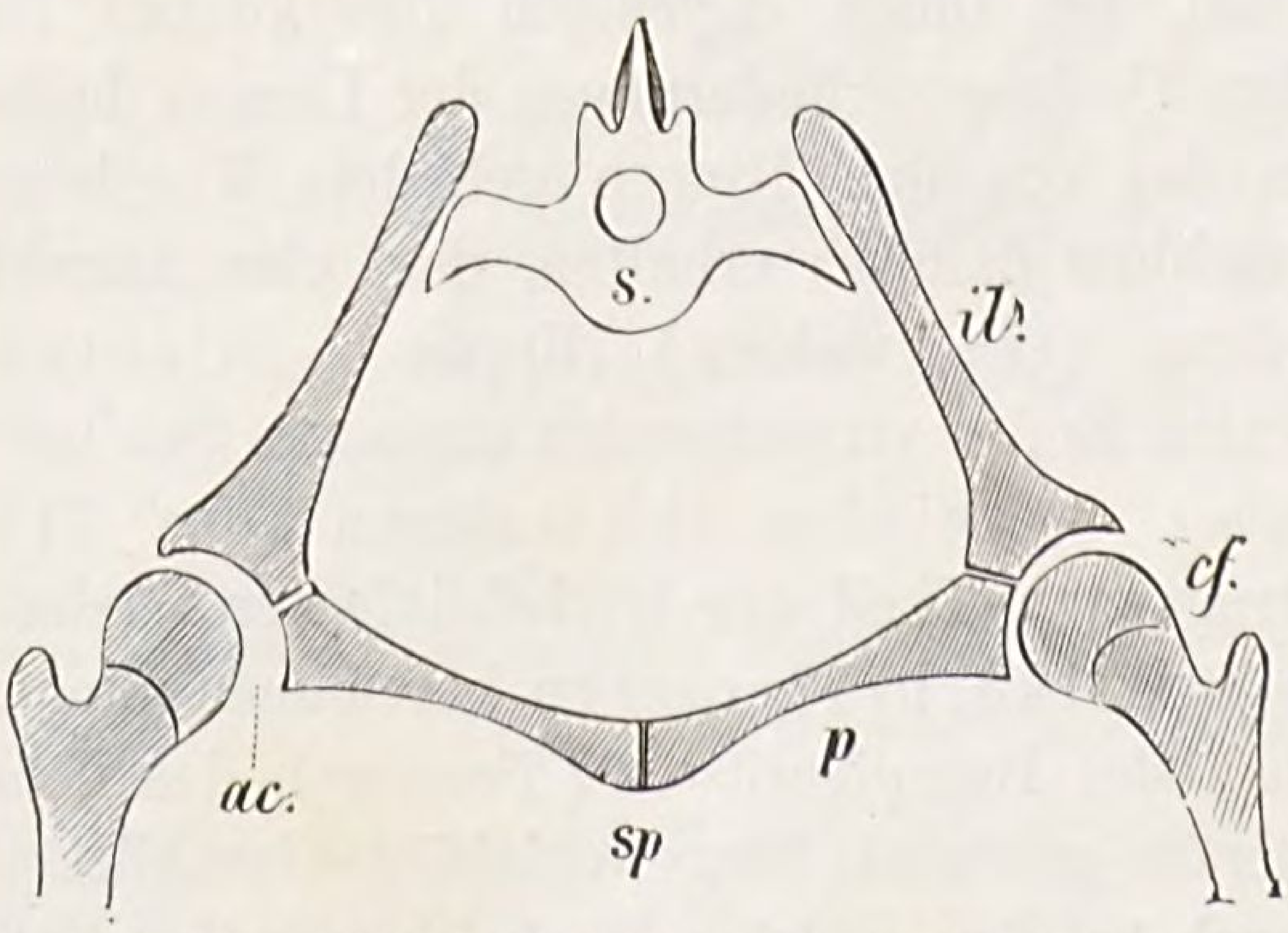


Fig. 319. Schema des Beckengürtels. *s* Beckentheil der Wirbelsäule (*Os sacrum*). *il* Darmbein (*Os ilium*). *p* Schoosbein (*Os pubis*). *sp* Schoosfuge (*Symphysis oss. pub.*). *ac* Hüftpfanne. *cf* Caput femoris.

Die Gliedmassen werden durch Halbringe darstellende Knochenbogen getragen, welche mit ihrem offenen Theile an die Wirbelsäule oder sonst an den Rumpf geheftet sind, und die Gliedmassengürtel genannt werden.

Der die hinteren Gliedmassen tragende Knochengürtel — Beckengürtel (Fig. 319) — ist an die Wirbelsäule befestigt und umlagert das hintere (oder Bauch-) Ende der Rumpfhöhle. Der Träger der vorderen Gliedmassen — Schulter- oder Brustgürtel — umlagert das vordere (oder Brust-) Ende der Rumpfhöhle,

nimmt aber an der schützenden Umschliessung der vorderen Rumpfeingeweide nur dann unmittelbar Antheil, wenn die Rippen fehlen. Gewöhnlich liegt er lose auf der Aussenseite der vorderen Rippen (Fig. 320). Form, Ausbildung und Zusammensetzung dieser Gliedmassenträger zeigt bei den Wirbelthieren indess grosse Verschiedenheiten, welche von den Anforderungen bedingt werden, welche an ihre mechanische Leistung gestellt sind. Wo sie kräftigen Muskeln, welche die von ihnen getragenen Gliedmassen zu bewegen haben, zu Ausgangspunkten dienen, und wo die Gliedmassen und dadurch auch sie selbst die Körperlast mehr oder weniger zu tragen haben, sind sie stärker und vollständiger entwickelt, als im entgegengesetzten Falle, wo sie schwächer und unvollkommener zu sein pflegen, durch Verlust einzelner Bestandtheile selbst defect werden und da, wo die ihnen zugehörigen Gliedmassen fehlen, selbst ganz in Wegfall kommen können.

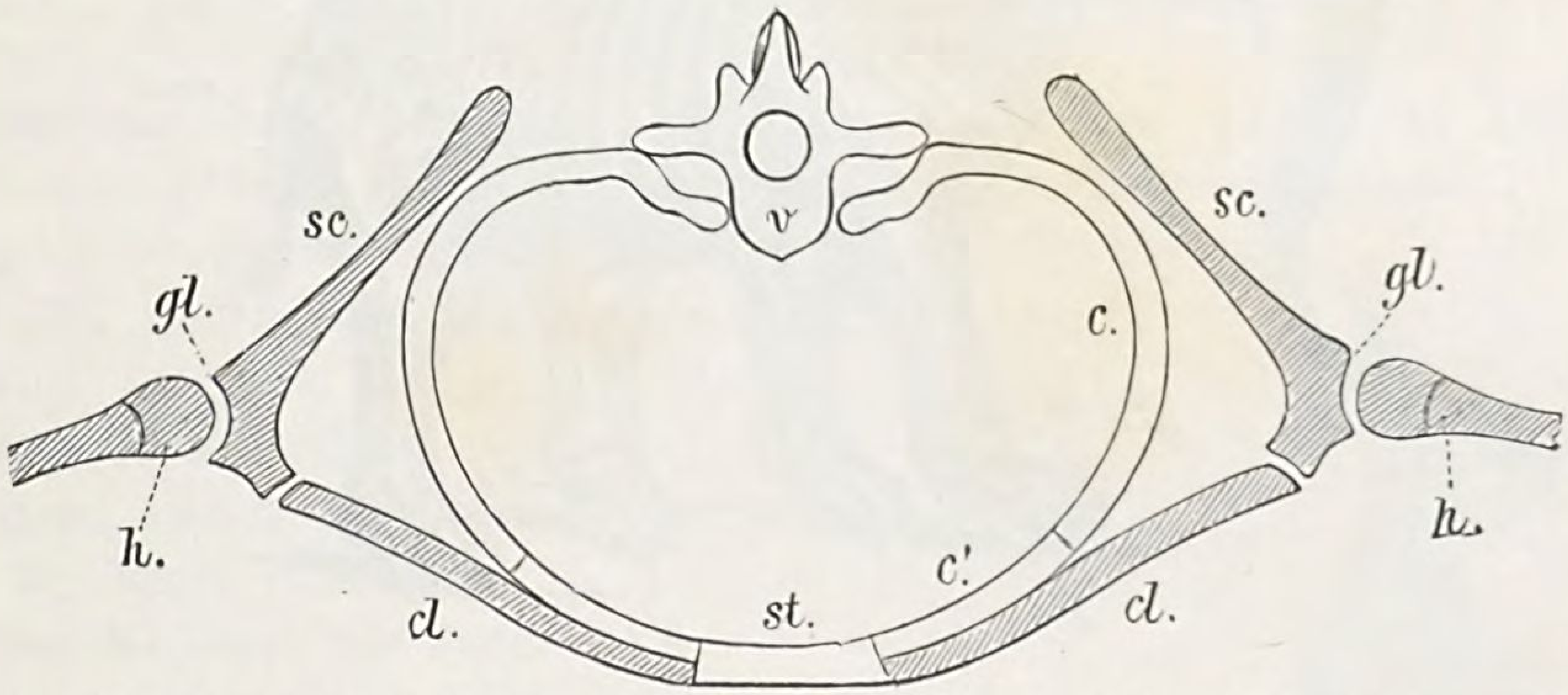


Fig. 320. Schema des Schultergürtels. *v* Wirbelsäule. *c* Rippe. *c'* Rippenknorpel. *st* Sternum. *sc* Scapula. *gl* Hüftpfanne für den Kopf des Os humeri (*h*) vom Schulterblatt allein getragen. *cl* Clavicula.

Ungeachtet dieser Verschiedenheiten aber, ist doch überall der gemeinsame Plan zu erkennen, nach dem sie angelegt sind. Nur bei den niedersten Wirbelthieren, den Fischen, ergeben sich so häufige und so weitgehende Abänderungen und Abweichungen, dass oft kaum noch der Schein eines gemeinsamen Grundplanes übrig gelassen ist.

So befestigt sich bei den Fischen der Schultergürtel, gegen die Regel, bald am Kopfe, bald an dem vorderen Theil der Wirbelsäule, während der Beckengürtel, der sonst immer mit der Wirbelsäule vereinigt ist, hier fast nie mit derselben in Verbindung steht, oft dicht hinter dem Schultergürtel (Brustflosser), ja bei manchen selbst vor diesem, gleichsam unter der Kehle (Kehlflosser), seine Lage nimmt.

Auch die Theile, aus denen die Gliedmassegürtel zusammengesetzt werden, erleiden hier so weit gehende Abänderungen, dass ein Vergleich mit den Gürteln höherer Thiere kaum noch durchführbar ist, was noch dadurch weiter erschwert wird, dass z. B. am Träger der Brustflossen noch

Knochenbildungen, die aus den Bedeckungen hervorgehen, mit in die Zusammensetzung desselben eingreifen.

c) *Allgemeines über die Gliedmassen.*

Gleich den Gliedmassegürteln, zeigen auch die Gliedmassen selbst nach Form, Bau und Ausbildung grosse Verschiedenheiten, indem sie jeweils den Verhältnissen sich anpassen, unter denen sie die Ortsbewegung zu vermitteln haben. Ruderartig sind die Gliedmassen, wo sie Ortsbewegung

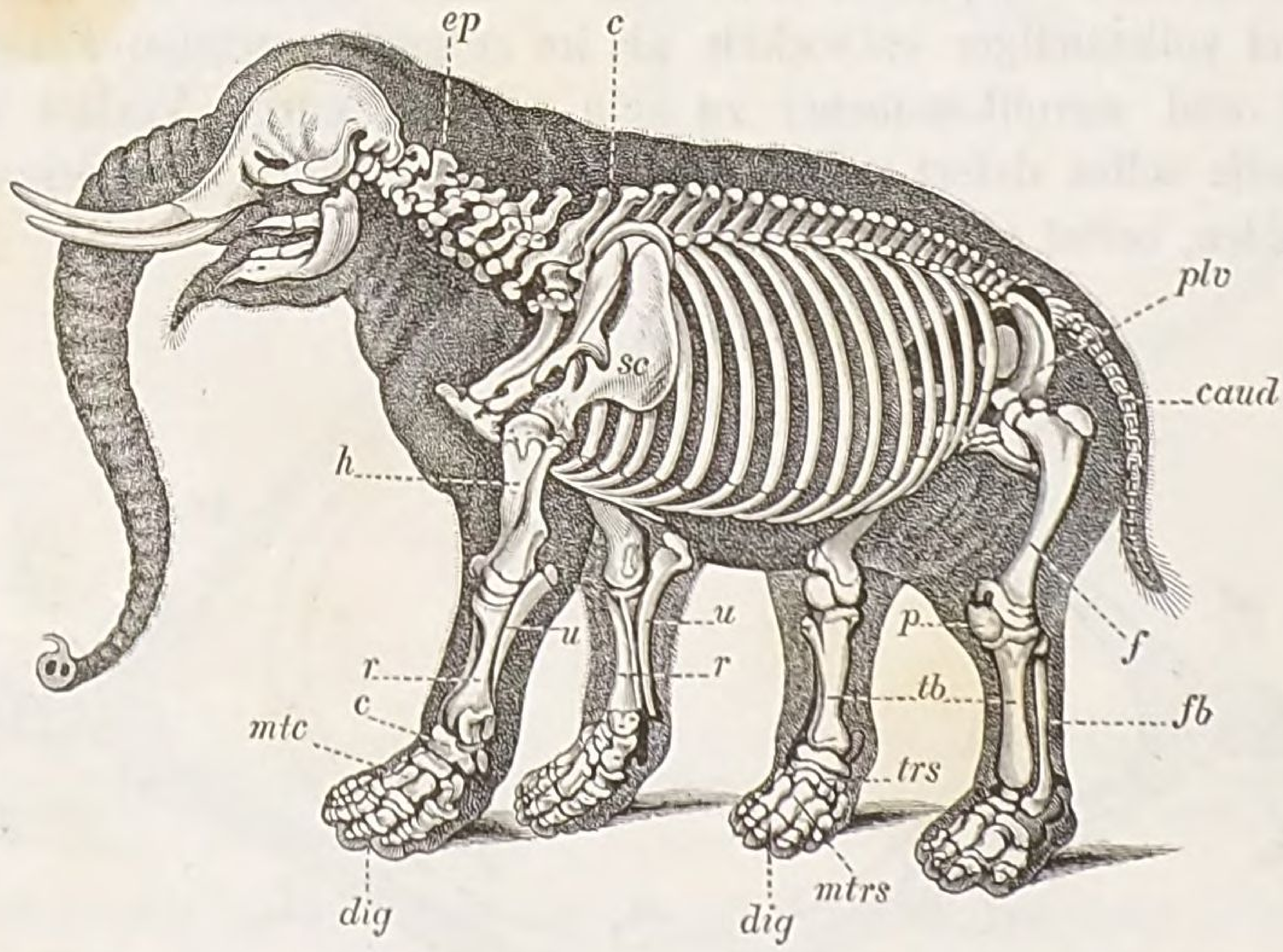


Fig. 321. Skelet vom afrikanischen Elephanten (*Elephas africanus*), nach Pander u. D'Alton. Kopf. *cr* Hirntheil oder Schädel (*Cranium*). *fc* Antlitztheil (*Pars facial.*). *dt* Stosszähne (im Zwischenkiefer steckend). *prb* Rüssel (*Proboscis*). *mi* Unterkiefer. Rumpf. *at* Erster Halswirbel (*Atlas*). *ep* Zweiter Halswirbel (*Epistropheus*). *c* Siebenter Halswirbel. *d* Dorsaltheil der Wirbelsäule. *l* Lendentheil. *s* Beckentheil (*Pars sacralis*). *caud* Schwanztheil (*Pars caudalis*). *c* Rippen (*Costae*). *crt* Rippenknorpel (*Cartil. costales*). *st* Brustbein (*Sternum*). Gliedmassen (*Extremitates*). Vordere Gliedmassen. *sc* Schulterblatt (*Scapula*). *h* Oberarmbein (*Os humeri*). *r* Speiche des Unterarms (*Radius*). *u* Ellenbogenbein (*Ulna*). *crp* Handwurzel (*Carpus*). *mtc* Mittelhand (*Metacarpus*). *dig* Finger (5 an der Zahl). Hintere Gliedmassen. *plv* Becken (*Pelvis*). *f* Oberschenkelbein (*Os femoris*). *p* Patella. *tb* Tibia. *fb* Fibula. *trs* Fusswurzel (*Tarsus*). *mtrs* Mittelfuss (*Metatarsus*). *dig'* Zehen (*Digiti*), 5 an der Zahl, worunter der innerste Zehe (grosser Zehe) sehr verkürzt ist.

im Wasser zu bewirken haben (Flossen, Ruderfüsse, Schwimmfüsse); zu Flügeln sind sie umgebildet, wo der Thierkörper durch die Luft getragen werden soll. Gangfüsse endlich stellen sie, den menschlichen Gliedmassen dann noch am meisten ähnlich, überall da dar, wo die Locomotion auf fester Unterlage, wie auf dem Lande, auf Bäumen, stattfindet.

Mögen indess diese Verschiedenheiten noch so weitgehende sein, so liegt doch überall ein gemeinsamer Plan zu Grunde, nach dem ihr Aufbau erfolgte, von dem selbst da noch Spuren zu finden sind, wo sie in Form und Bau ganz differente Bildungen zu sein scheinen.

Das Gemeinsame zeigt sich besonders darin, dass bei allen Wirbelthieren die Gliedmassen eine einander ähnliche Gliederung besitzen. Bei

den drei höheren Wirbelthierklassen pflegen sowohl die vorderen als auch die hinteren Gliedmassen in drei aufeinander folgende Abtheilungen zu zerfallen (Fig. 321 u. 322), von denen die erste, vom Gliedmassengürtel getragene

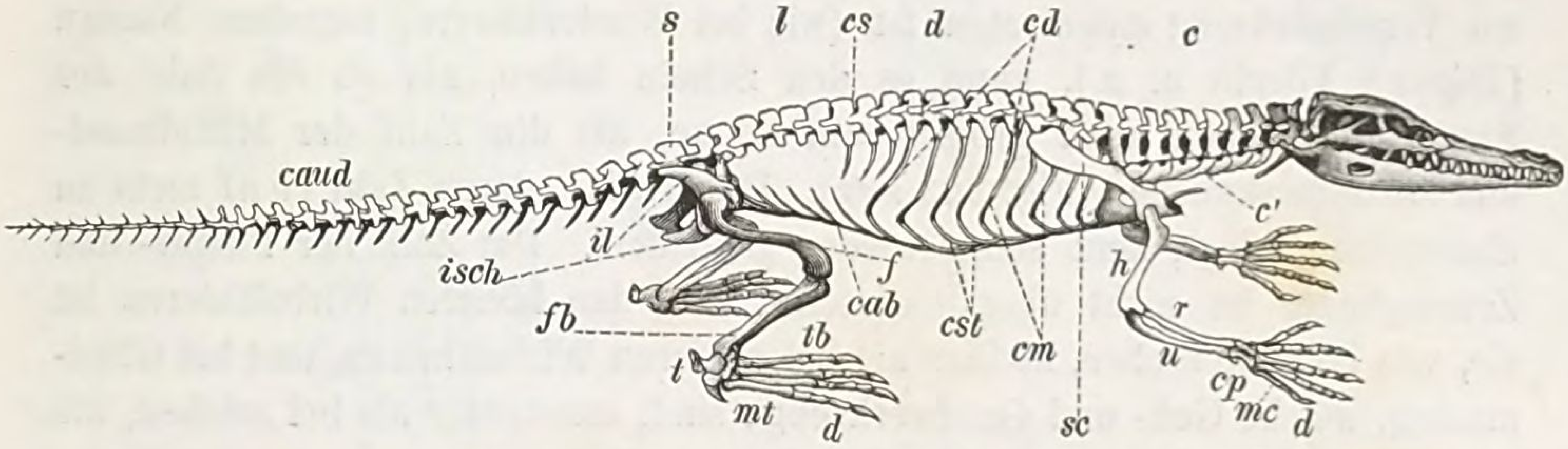


Fig. 322. Skelet vom Krokodil. *c* 8 Halswirbel. *d* Dorsalwirbel. *l* 5 Lendenwirbel. *s* 3 Sacralwirbel. *caud* Caudalwirbel. *c'* Halsrippen. *cd* Dorsalrippen. *cst* Sternalrippen. *cm* Costae mediae. *cab* Bauchrippen (*Cost. abdom.*). *sc* Scapula. *h* Humerus. *r* Radius. *u* Ulna. *cp* Carpus. *mc* Metacarpus. *d* Digiti. *il* Os ilei. *isch* Os ischii. *f* Femur. *tb* Tibia. *fb* Fibula. *t* Tarsus. *mt* Metatarsus. *d* Digiti.

Abtheilung der Oberarm *(Humerus s. Brachium [h])* und Oberschenkel *(Femur [f])* ist, die zweite den Unterarm *(Antibrachium [r u])* und Unterschenkel *(Crus [tb fb])*, und die dritte die Hand *(Manus)* und den Fuss *(Pes)* darstellt. Die letztere Abtheilung zerfällt in der Regel (von welcher jedoch die Vögel, wie weiter unten gezeigt werden wird, eine Ausnahme machen) noch in drei Unterabtheilungen: in die Handwurzel *(Carpus [crp])* und Fusswurzel *(Tarsus [trs])*, in die Mittelhand *(Metacarpus [mc])* und den Mittelfuss *(Metatarsus [mt])*, und in Finger *(Digiti)* und Zehen *(Digiti [dig])*. Dem Oberarm und Oberschenkel liegt ein langer Knochen zu Grunde, Unterarm und Unterschenkel bestehen in der Regel aus zwei langen Knochen *(r u; tb fb)*, Hand und Fuss dagegen werden von einer grösseren Anzahl kleiner

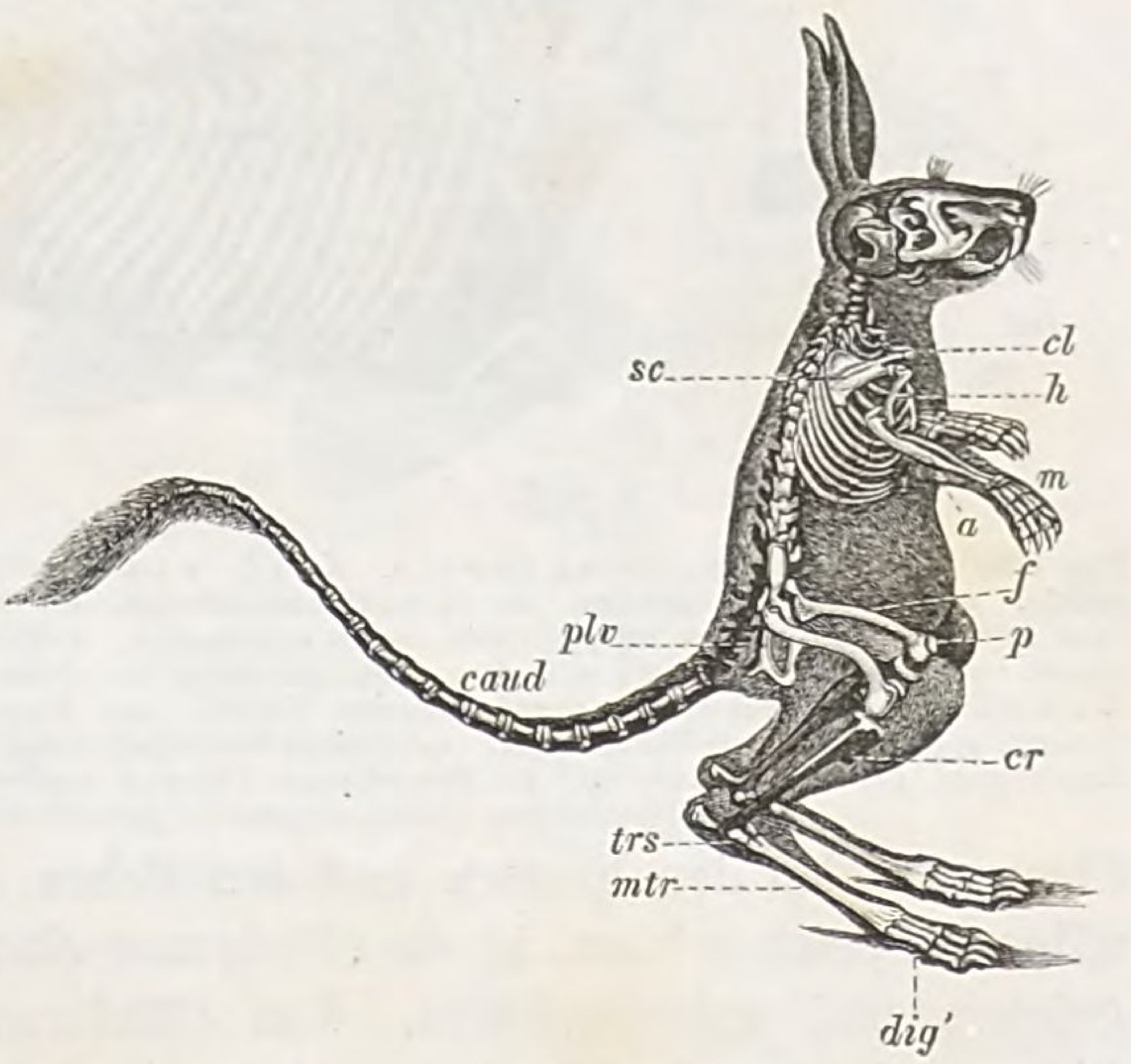


Fig. 323. Skelet von dem ägyptischen Jerboa oder Springer (*Dipus bipes*), nach Pander u. D'Alton. *cl* Schlüsselbein (*Clavicula*). *sc* Schulterblatt (*Scapula*). *h* Oberarm (*Humerus*). *a* Unterarm (*Antibrachium*), aus Radius und Ulna bestehend. *m* Die Hand (*Manus*), aus Carpus, Metacarpus und 5 Fingern gebildet. *plv* Becken (*Pelvis*). *caud* Schwanz (*Cauda*), sehr stark entwickelt, weil er bei der Ortsbewegung die hinteren Gliedmassen zu unterstützen hat. *f* Oberschenkel (*Femur*). *p* Patella. *cr* Unterschenkel (*Crus*), aus Tibia und Fibula, welche miteinander verwachsen sind, bestehend. *tr* Tarsus. *mtr* Metatarsus, nur aus einem gemeinsamen Knochen bestehend, der an seinem digitalen Ende drei Zehen (*dig'*) trägt.

Knochen gebildet. Die **Hand-** und **Fusswurzel** besteht häufig aus zwei Querreihen kleinerer, verschieden gestaltiger Knöchelchen; die **Mittelhand** und der **Mittelfuss** aus einer Querreihe länglicher, gleich gestaltiger Knochen, deren Zahl von der Zahl der Finger und Zehen abhängig ist. Nur wo Verschmelzung eingetreten ist (wie bei Wiederkäuern, manchen Nagern [*Dipus*], Vögeln u. a.), kann es den Schein haben, als ob die Zahl der Finger und Zehen auch grösser sein könne, als die Zahl der Mittelhand- und Mittelfussknochen (Fig. 323 *mtr*). Die **Digiti**, deren Zahl **fünf** nicht zu übersteigen pflegt, sind selbst wieder gegliedert. Die Zahl der Finger- und Zehenglieder ist nicht überall dieselbe. Bei den höheren Wirbelthieren ist sie, wie beim Menschen, kleiner als bei niederen Wirbelthieren, und bei Gliedmassen, welche Geh- und Greifwerkzeuge sind, constanter als bei solchen, die zum Fluge oder besonders zum Schwimmen dienen.

Bei den **Fischen**, deren paarige Flossen (Fig. 324 *p. pct*, *pv*) man den vorderen und hinteren Gliedmassen der übrigen Wirbelthiere, die

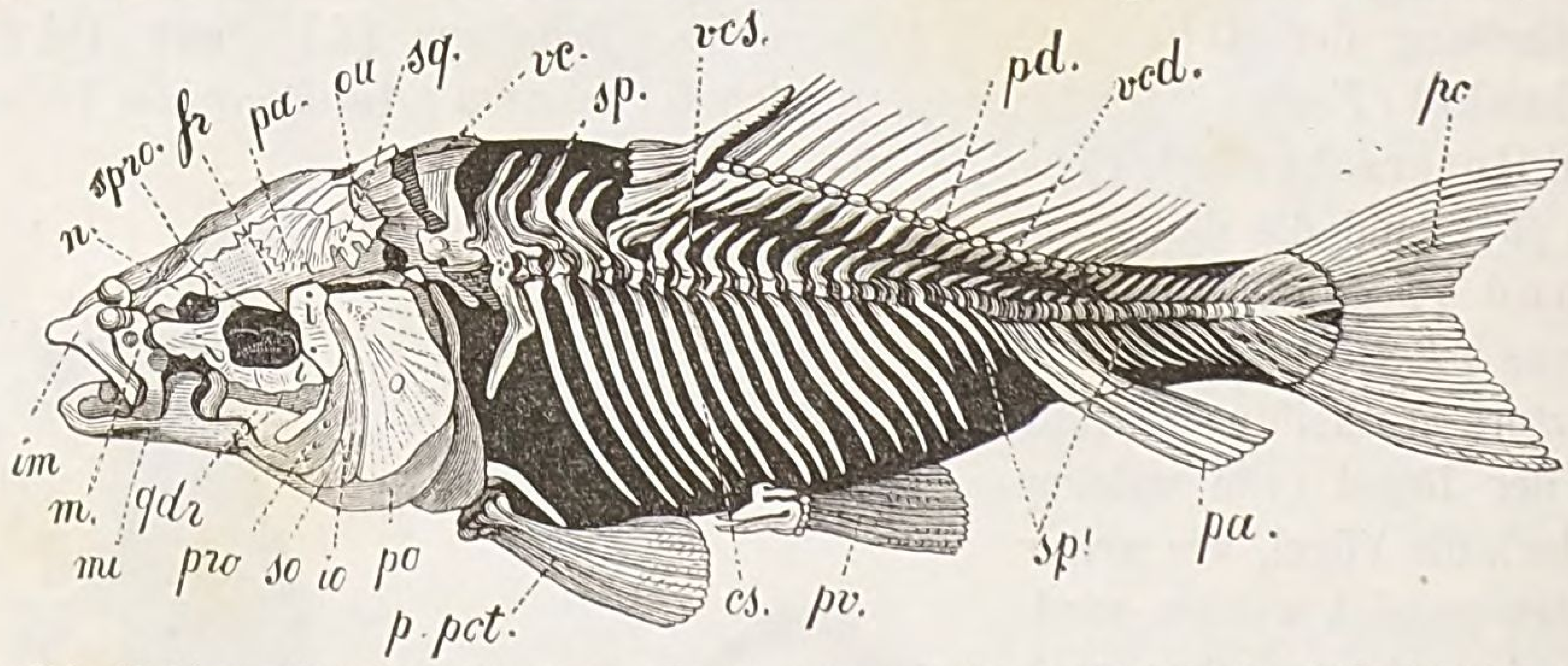


Fig. 324. Skelet von Cyprinus Carpio. Kopf. *o* Os occipitis. *pa* Os parietale. *fr* Os frontale. *n* Os nasale. *m* Os maxillare superius. *mi* Os maxillare inferius. *im* Os intermaxillare. *qdr* Os quadratum. *spro* Ossa supraorbitalia. *i* Ossa infraorbitalia. *sq* Os squamosum. *o* Operculum. *pro* Praeoperculum. *io* Interoperculum. *so* Suboperculum, oft mit dem vorhergehenden zu einem Stück verschmolzen. *po* Postoperculum. Rumpf. *vc* Die zwei ersten verschmolzenen Wirbel. *vcs* Rippentragende Wirbel. *vcd* Caudalwirbel. *sp* Process. spinosi und obere Wirbelbogen. *sp'* Untere Wirbelbogen und Process. spinosi. Gliedmassen. *p. pct* Brustflossen (*Pinnae pectorales*). *pv* Bauchflossen (*Pinnae ventrales*). *pc* Schwanzflosse (*Pinna caudalis*). *pd* Rückenflosse (*Pinna dorsalis*). *pa* Afterflosse (*Pinna analis*).

Flossenstrahlen den Fingern und den Zehen der Hand und des Fusses derselben vergleichen kann, ist die Gliederung eine abweichende, eine bedeutend grössere und unbeständigere. Von Gliedern, welche dem Oberarm oder Oberschenkel vergleichbar wären, ist meistens nichts vorhanden. Kaum dass sich Theile vorfinden, welche mit dem Vorderarm und Unterschenkel vergleichbar sind. Meistens fehlen auch solche, so dass die Hand und Fuss darstellenden Flossen unmittelbar auf dem Gliedmassengürtel aufzusitzen pflegen.

Die **Gliederung** der einzelnen Abschnitte der Gliedmassen in der **Querrichtung** erfolgt auch nach einem bestimmten Princip; sie nimmt im Allgemeinen von oben nach unten zu. Der **Oberarm** und **Oberschenkel** schliesst je **einen** Knochen (*Os humeri*, *Os femoris*) ein, der **Unterarm** und **Unterschenkel** werden von je **zwei** Parallelknochen (*Radius et Ulna*,

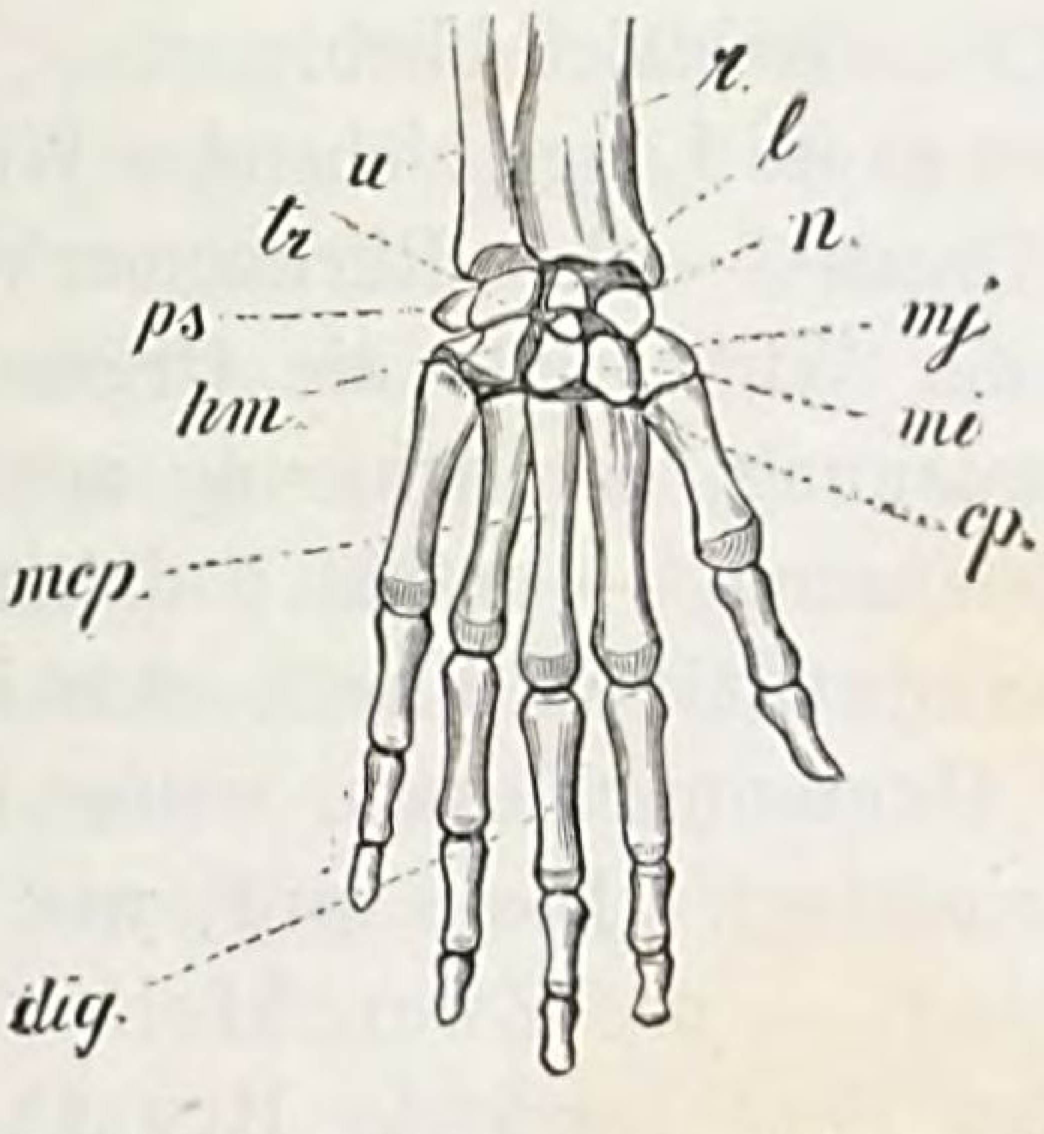


Fig. 325. Hand des Menschen. *r* Radius. *u* Ulna. *n* Naviculare des Carpus. *l* Lunatum desselben. *tr* Triquetrum. *ps* Pisiforme. *mj* Multangulum majus. *mi* Multangulum minus. *cp* Capitatum. *hm* Hamatum. *mcp* Metacarpus. *dig* Digiti.

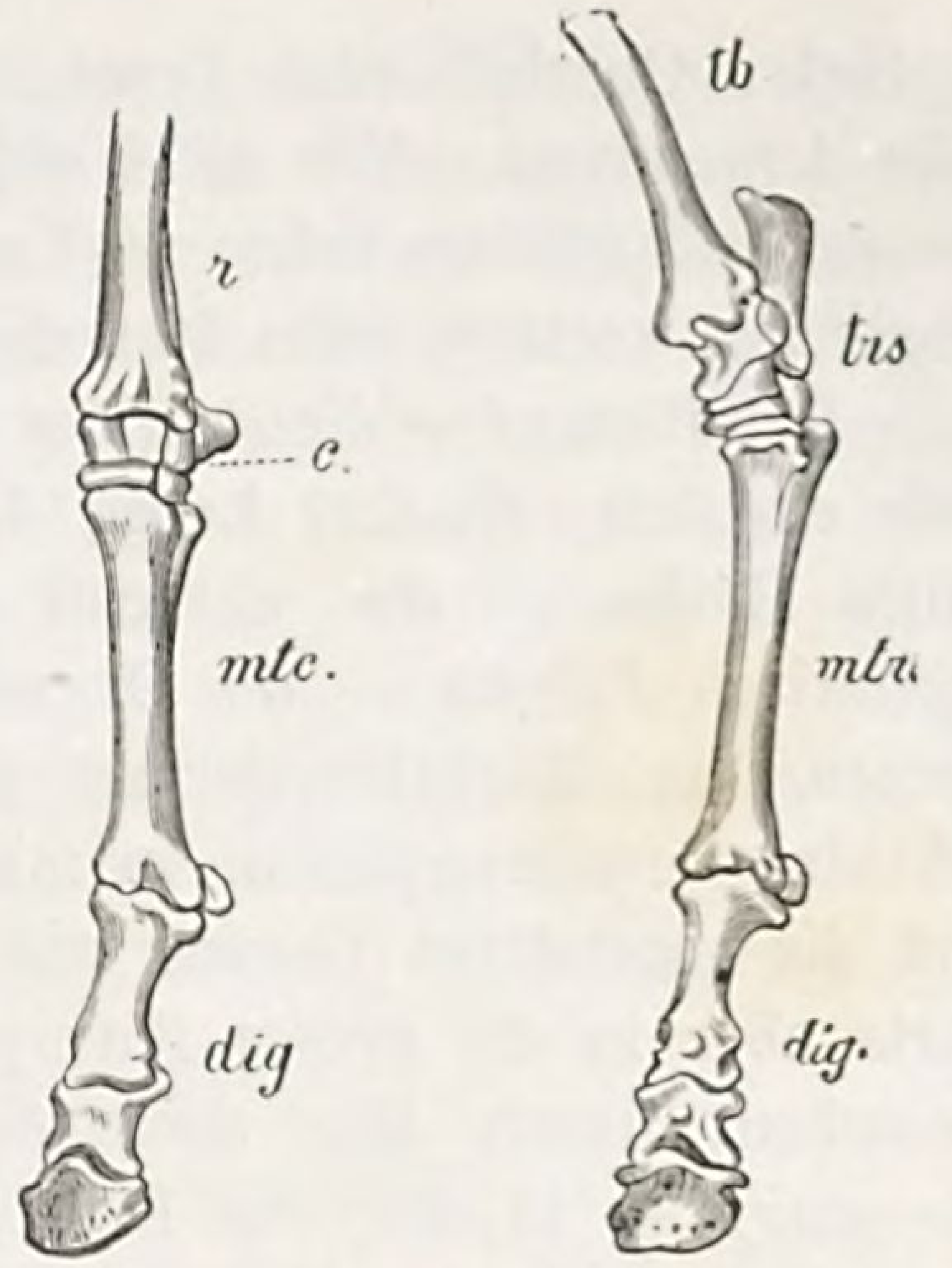


Fig. 326 A. Handskelet. **B.** Fussskelet vom Pferd (*Equus caballus*). *r* Radius. *c* Carpus. *mtc* Metacarpus. *dig* Digitus. *tb* Tibia. *trs* Tarsus. *mtrs* Metatarsus. *dig* Digitus.

Tibia et Fibula) gebildet, und an Hand und Fuss endlich wird die Zahl der Glieder in transversaler Richtung am grössten. An Hand- und Fusswurzel steigert sie sich auf vier (Figur 325) oder selbst fünf (Fig. 327), an der Mittelhand mit den Fingern, am Mittelfuss mit den Zehen sogar auf fünf nebeneinander stehende Glieder. Indess, je nach der Anforderung, welche an die Leistung gestellt wird, treten in einzelnen Fällen mehr oder weniger Reductionen ein, so dass die Zahl der Finger und der Zehen sich mehr oder weniger vermindert, auf vier, drei oder zwei, selbst auf eins (Fig. 326 A und B) herabsinken kann, während bei den Fischen, bei welchen die Hände und Füsse Ruderwerkzeuge zum Schwimmen bilden sollen, die Zahl der den Fingern vergleichbaren Flossenstrahlen die Zahl der Finger und Zehen der übrigen Wirbelthiere bedeutend übersteigt, überhaupt hier jede Beständigkeit verloren geht.

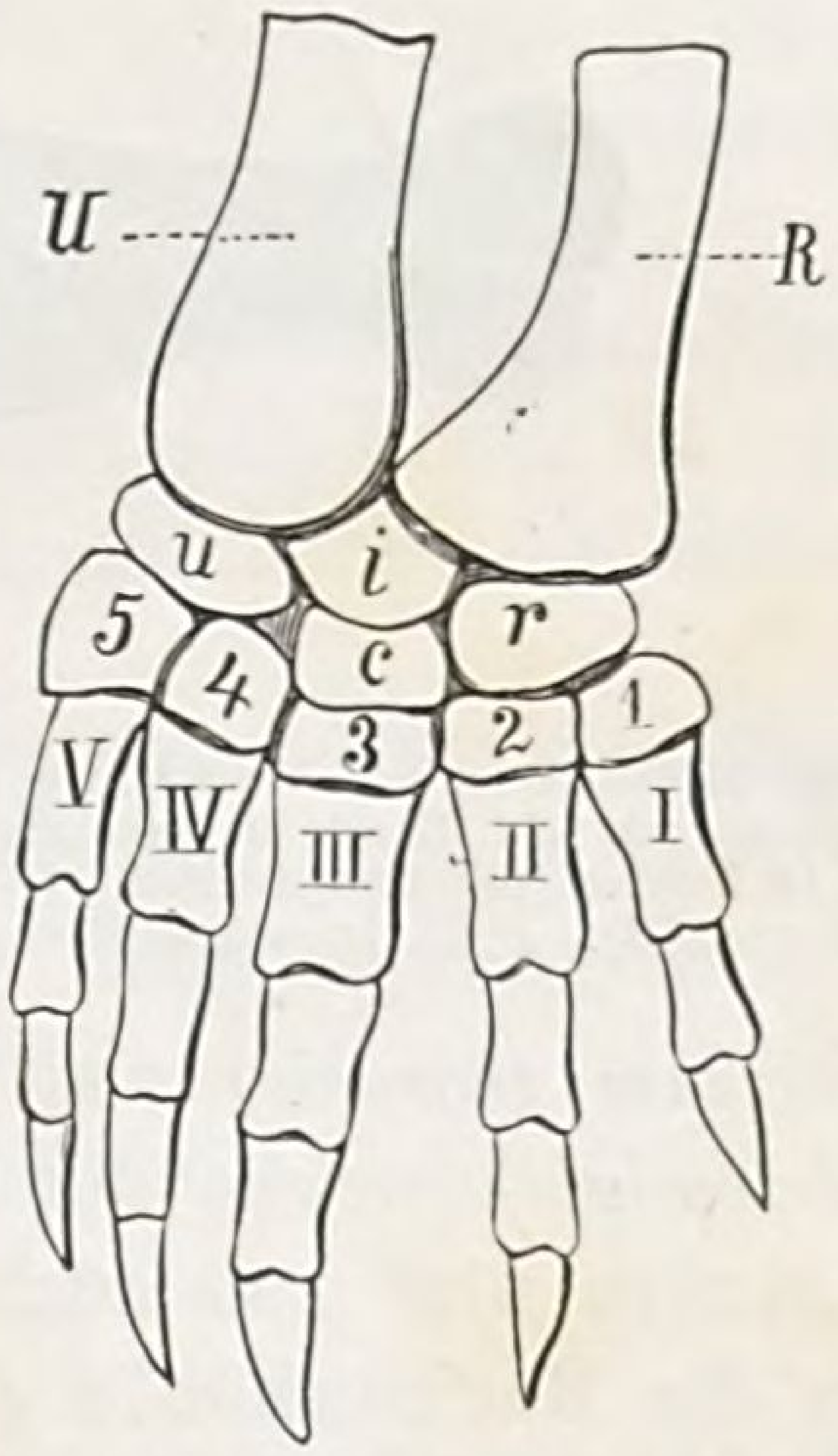


Fig. 327. Handskelet von Chelydra. *U* Ulna. *R* Radius. *h* Radiales Stück der ersten Reihe der Knochen des Carpus. *u* Ulnares Carpalstück derselben Reihe (*Ulnare*). *i* Zwischenstück (*Internodium*). *1—5* Einzelglieder der zweiten Carpalreihe (*Carpalia*). *c* Centrale, zwischen beiden Carpalreihen liegend. *I—V* Ossa metacarpi. (Nach *Gegenbaur*).

c. Vom inneren Skelete der Wirbelthiere im Besondern.

a) Vom Rumpfskelet.

a) *Der Säugethiere.*

Auf den Körper der Säugethiere findet die am menschlichen Körper übliche Scheidung in Kopf, Rumpf und Gliedmassen, sowie die des Rumpfes

in Hals, Oberleib oder Brust, Unterleib oder Bauch und Becken ihre volle Anwendung. Nur reiht sich an das Becken ein meistens mehr oder weniger entwickelter Schwanz *(Cauda)* noch an, der häufig die Stelle einer Gliedmasse vertritt, beim Menschen indess unausgebildet blieb.

Der Rumpf schliesst in der durch seine ganze Länge ziehenden Wirbelsäule ein dem animalen Leben dienendes Organ — das Rückenmark mit seinen Hüllen — ein, während er unter der Wirbelsäule die Organe des vegetativen Lebens — die Organe der Verdauung, der Athmung mit dem Herzen, der Harnabsonderung und Fortpflanzung — enthält; daher die Scheidung des Rumpfes in animalen und vegetativen Theil. Am Halse sind die vegetativen Organe nur von der Haut umschlossen, weiter rückwärts aber in die grosse Rumpfhöhle eingelegt. Diese wird, wie beim Menschen, durch eine muskulöse Querwand — das Zwerchfell *(Diaphragma)* — in die, die Lungen und das Herz bergende Brusthöhle

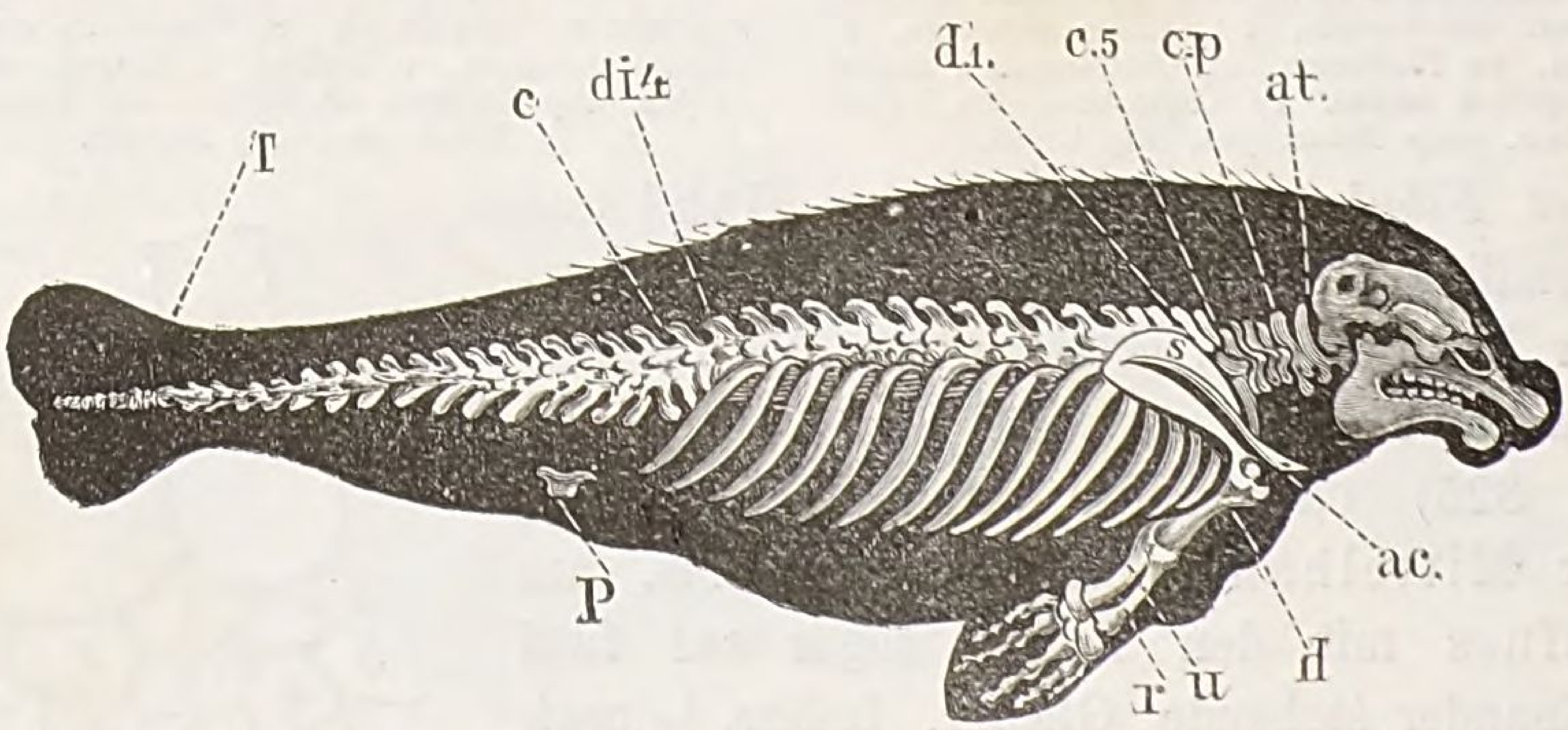


Fig. 328. Skelet von Manatus australis. *at* Atlas. *cp* Zweiter Halswirbel. *c 6* (statt *c 5*) Sechster Halswirbel. *d 1* Erster Dorsalwirbel (im Holzschnitt ist fälschlich auf den zweiten Dorsalwirbel hingewiesen). *d 14* Letzter (14.) Dorsalwirbel. *l—c* Lumbocaudalwirbel (im Holzschnitt sind *l—c* unverbunden und verkehrt dargestellt). *P* Rudimentäres Becken. *s* Schulterblatt (*Scapula*). *ac* Acromion. *h* (statt d) Oberarm. *u* Ulna. *r* Radius.

(Cavum thoracis) und in die Unterleibs- oder Bauchhöhle *(Cavum abdominis)*, welche die übrigen vegetativen Organe aufnimmt, geschieden. Letztere wird nun auch wieder in die Bauchhöhle im engeren Sinne und in die Beckenhöhle *(Cavum pelvis)* unterschieden, welche beide jedoch ununterbrochen ineinander übergehen. Die Beckenhöhle ist auch nichts weiter, als das vom Beckengürtel umfasste hintere Ausgangsende der Bauchhöhle. Es kann die Beckenhöhle als besondere Abtheilung der Rumpfhöhle natürlich auch nur so lange unterschieden werden, als dieser Theil der Unterleibshöhle vom Beckengürtel umfasst wird. Wo dieser fehlt, wie bei den Cetaceen (Fig. 327), kann selbstverständlich auch nicht mehr von einer Beckenhöhle die Rede sein.

An der Zusammensetzung der knöchernen Grundlage des Rumpfes nehmen Antheil: 1) die Wirbelsäule, 2) die Rippen mit dem Brustbein und 3) die beiden Gliedmassenträger — Schulter- und Beckengürtel.

Der von den Rippen und dem Brustbein gebildete Theil des Rumpfgerüstes heisst mit dem dazu gehörigen Theile der Wirbelsäule der Brustkorb (*Thorax*), ohngeachtet die hinteren oder falschen Rippen mehr an der Bildung der Bauchhöhle als der Brusthöhle Theil nehmen. Ebenso wird der vom Beckengürtel und dem dazu gehörigen Theile der Wirbelsäule gebildete Abschnitt des Rumpfskelets das Becken (*Pelvis*) genannt.

Wenn nun auch, nach dem Vorhergehenden, die Gliedmassengürtel immerhin die knöcherne Grundlage des Rumpfes mitbilden helfen, so werden wir dennoch sie von der nachfolgenden Betrachtung des Rumpfskelets, zu dem sie nur in örtlicher Beziehung gehören, ausschliessen und erst bei den Gliedmassen von ihnen handeln. Hier sollen nur die Wirbelsäule, Rippen und Brustbein ihre Erörterung finden.

aa) Wirbelsäule (Columna vertebralis).

Sie zerfällt meistens in 5 Abschnitte, nämlich in: 1) einen Halstheil (*Pars cervicalis*), 2) einen Rippen- oder Brusttheil (*Pars thoracica*), 3) einen Bauch- oder Lendentheil (*Pars abdominalis s. lumbalis*), 4) einen Kreuz- oder Beckentheil (*Pars sacralis sive pelvina*) und 5) einen Schwanztheil (*Pars caudalis*), welche bei den verschiedenen Säugethieren eine grosse Mannigfaltigkeit der Ausbildung zeigen (Fig. 328).

Der Halstheil zeichnet sich vor den übrigen Abtheilungen besonders durch die Beständigkeit der Zahl seiner Wirbel aus, indem er, wie beim Menschen, stets aus 7 Wirbeln besteht, mag die Länge des Halses eine grosse oder geringe sein.

Nur die Faulthiere und Manatus scheinen von dieser Regel eine Ausnahme zu machen, indem bei ersteren die Zahl der Halswirbel vermehrt, bei letzterem aber vermindert erscheint. So zeigt Bradypus tridactylus 9 (Fig. 330), Bradypus torquatus 8 und Manatus australis 6 Halswirbel, während Bradypus didactylus und giganteus wieder die gewöhnliche Zahl 7 haben.

Um diese Verschiedenheiten und Ausnahmen indess richtig zu beurtheilen, muss man berücksichtigen, dass alle Halswirbel rudimentäre Rippen tragen, welche jedoch frühe mit den Querfortsätzen verwachsen und dadurch zur Bildung der Foramina transversaria Anlass geben. Verkümmern nun von den nächstfolgenden Brustrippen ausnahmsweise auch noch einige bis zu dem Grade, wie an den Halswirbeln, so wird dadurch scheinbar die Zahl der Halswirbel vergrössert, weil man gewöhnt ist, die hinter dem Kopfe folgenden Wirbel so lange für Halswirbel zu nehmen, als dieselben noch keine zum Brustbeine gehenden Rippen tragen. So verkümmern bei den genannten Faulthieren die erste und auch die zweite Brustrippe; daher der Schein von 8—9 Halswirbeln. Bei einem jungen dreizehigen Faulthiere finde ich nur die erste Brustrippe verkümmert, daher nur 8 Halswirbel,

während beim alten Thier, wo wegen des unvollständigen Brustbeins auch die zweite Rippe später sich zurückzieht, 9 Halswirbel vorhanden zu sein scheinen.

Bei Bradypus giganteus und didactylus findet eine derartige Verkümmerung der vorderen Brustrippen nicht statt, daher auch hier die gewöhnliche Zahl der Halswirbel vorhanden ist.

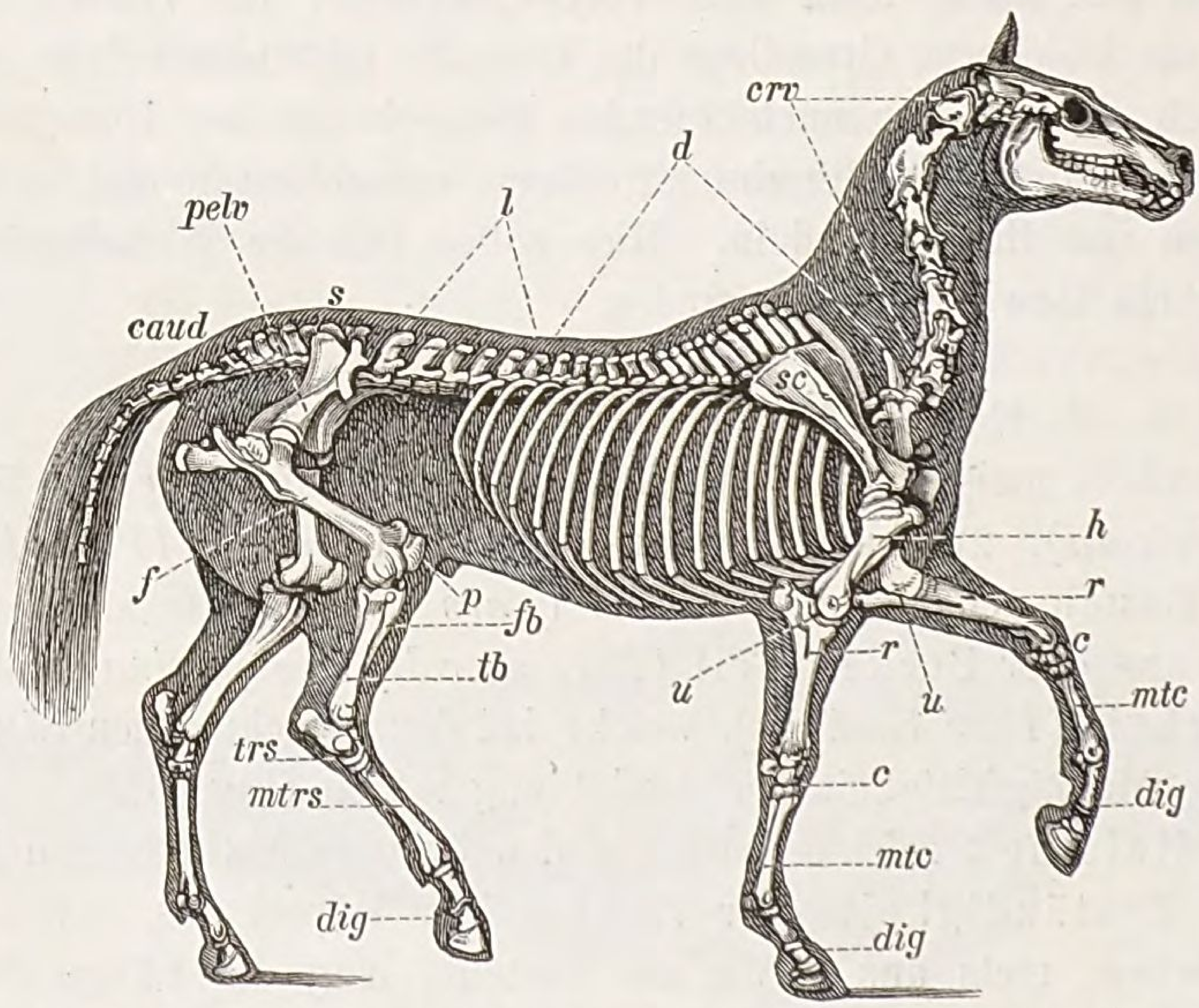


Fig. 329. Skelet vom Pferd (*Equus caballus*). Kopf. *cr* Hirntheil oder Schädel des Kopfes (*Cranium*). *f* Antlitztheil des Kopfes. Rumpf. *crv* Halswirbel (7). *d* Rückenwirbel (*Vertebrae dorsales*, 18). *l* Lendenwirbel (*Vertebrae lumbales*, 6). *s* Kreuzwirbel (5) zum Kreuzbein verbunden. *caud* Schwanzwirbel (*Vertebrae caudales*, 16 — 18). *c* Wahre Rippen (*Costae verae*), die 8 vorderen. *c'* Falsche Rippen (*Costae spuriae*), die 10 hinteren. *cc* Rippenknorpel (*Cartilag. cost.*). Vordere Gliedmassen (*Extremitates ant.*). *sc* Schulterblatt (*Scapula*). *h* Oberarmbein (*Os humeri*). *r* Speiche (*Radius*). *u* Ellenbogenbein (*Ulna*). *ol* Olecranon. *c* Handwurzel (*Carpus*). *am* Handgelenk (*Articulatio manus*). *c* Vorderknie. *mtc* Mittelhand (*Metacarpus*). *mtc'* Griffelbeine (verkümmerte Metacarpalknochen). *dig* Finger (*Digitus*), aus 3 Gliedern zusammengesetzt. Das erste Glied heisst Fesselbein, das zweite Kronbein, das dritte Hufbein. *sm* Sesambein (*Os sesamoideum*), unter dem ersten Fingergelenk, gewöhnlich Gleichbein genannt. Hintere Gliedmassen (*Extremitates posteriores*). *pelv* Becken (*Pelvis*). *f* Oberschenkelbein (*Os femoris*) oder Backenbein. *p* Kniescheibe (*Patella*). *tb* Grosses Unterschenkelbein, Schienbein (*Tibia*). *fb* Kleines Unterschenkelbein, Wadenbein (*Fibula*) oder Dorn. *ap* Fussgelenk (*Articulatio pedis*), auch Sprunggelenk genannt. *trs* Fusswurzel (*Tarsus*). *cal* Die Ferse, gewöhnlich Hinterknie genannt. *mtrs* Mittelfuss (*Metatarsus*), aus einem Hauptknochen (dem sog. hinteren Schienbein) und zwei verkümmerten Mittelfussknochen beiderseits des ersteren, den sog. Griffelbeinen (*mtrs*) bestehend. *dig* Zehe (*Digitus*), deren erstes Glied, wie am Vorderfuss, Fesselbein, das zweite Kronbein und das Endglied Hufbein heisst. *sm* Sesambein (*Os sesamoideum*) oder das Gleichbein.

Wenn bei Manatus australis (Fig. 327), wie ich an einem vor mir stehenden Exemplare sehe, nur 6 Halswirbel sich vorfinden, so ist dies nur durch die Annahme zu erklären, dass hier die siebente Halsrippe, gegen die Regel, noch zu einer Brustrippe sich entwickelte und mit dem Brustbein in Verbindung trat. Daher der siebente Halswirbel hier schon als erster Brustwirbel angesehen wird.

Während der Hals in Betreff der Zahl seiner Wirbel eine so grosse Beständigkeit an den Tag legt, zeigt er dagegen hinsichtlich seiner Länge

viele Verschiedenheiten. Doch auch hierfür lassen sich einige allgemeinere Gesichtspunkte gewinnen, welche das Verständniss dieser Verschiedenheiten erleichtern. Die Länge des Halses wird im Allgemeinen von der Grösse des Weges bedingt, welchen der Kopf bis zum Boden, worauf das Thier steht, zurücklegen muss, um mit dem Maule die Nahrung ergreifen zu können.

Da dies von der Höhe der Vorderbeine abhängig ist, so pflegt die Länge des Halses mit der Höhe der vorderen Gliedmassen in geradem Verhältnisse zu stehen. Daher langer Hals bei hohen (z. B.

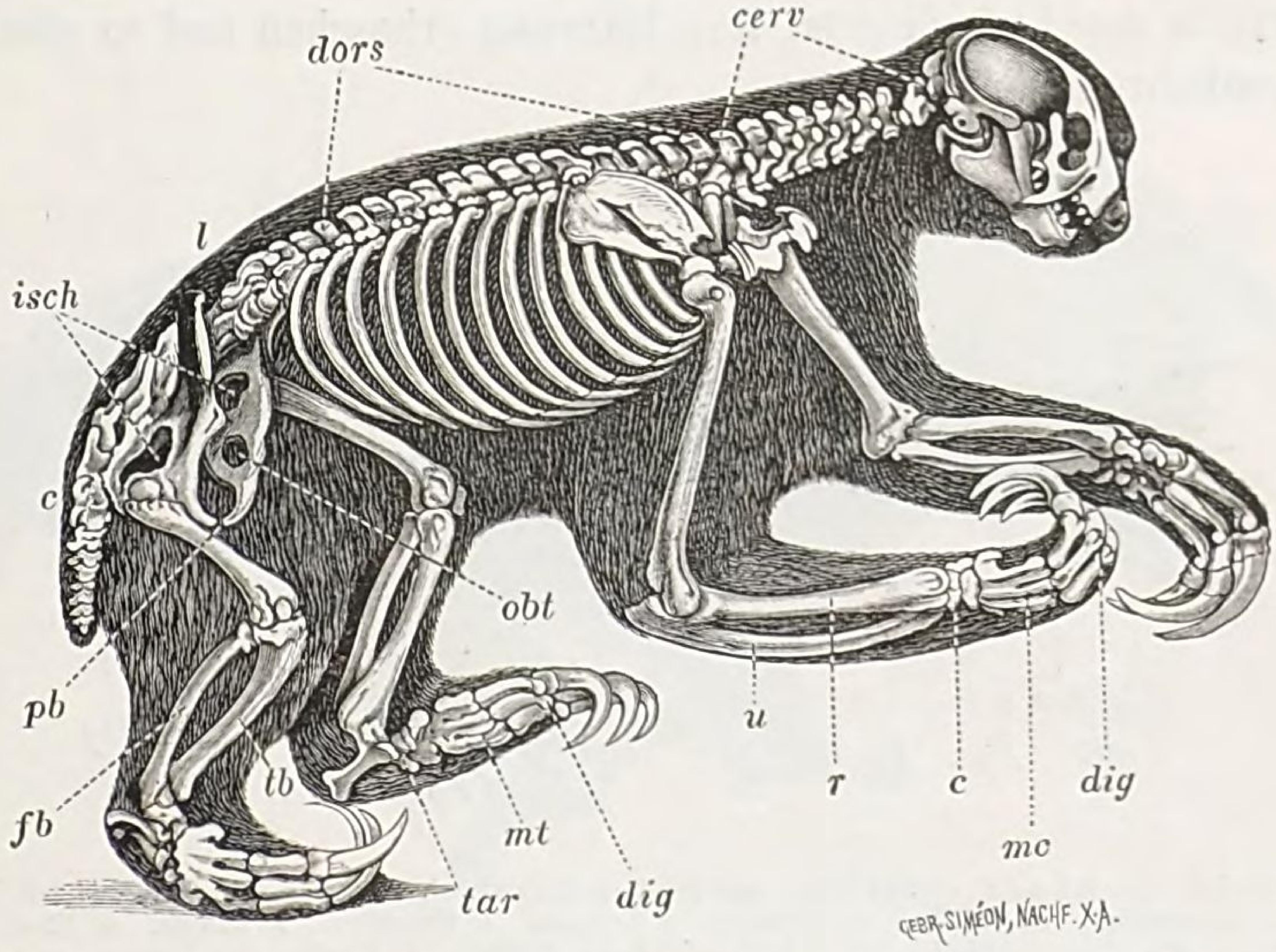


Fig. 330. Skelet vom Faulthier (*Bradypus tridactylus*). *cerv* Halswirbel (*9*). *dors* Dorsalwirbel (*14*) *l* Lambalwirbel (*5*). Bei 8 Cervicalwirbel steigt die Zahl der Dorsalwirbel auf 15. Wenn letztere Zahl auch bei 9 Halswirbel sich vorfindet, dann ist die Zahl der Lendenwirbel vermindert, statt 5 sind dann nur 4 Lendenwirbel vorhanden. Die Sacralwirbel, deren 6 sich vorfinden, sind untereinander und mit dem Becken verwachsen. *isch* Incisura ischiadica. *obt* Foramen obturatorium. *pb* Eröffnung des Beckens nach vorn durch Wegfall der Symphysis oss. pubis. *c* Caudalwirbel der Wirbelsäule. Vordere Gliedmassen. *r* Radius. *u* Ulna. *c* Carpus. *mc* Metacarpus. *dig* Finger. Hintere Gliedmassen. *tb* Tibia. *fb* Fibula. *tar* Tarsus. *mt* Metatarsus. *dig* Zehen (*Digiti*).

Lama, Giraffe, Einhufer), kurzer Hals bei niedrigen Vorderbeinen, wie z. B. bei den Carnivoren u. a.

Die Länge des Halses steht auch zur Belastung durch den Kopf in umgekehrtem Verhältnisse. Daher bei sehr langem Halse ein kleiner Kopf (Giraffe), bei schwerem Kopfe dagegen ein kurzer Hals (Elephant etc.). Wo einen solchen kurzen Hals hochbeinige Thiere erhalten mussten, sucht die Natur die zur Nahrungsaufnahme unzureichende Halslänge auf andere Weise zu ersetzen; so beim Elephanten (Fig. 321), durch den als Greiforgan fungirenden Rüssel, oder dadurch, dass die Nahrung unter Verhältnissen dem Thier geboten wird, wo sie dem Maule näher steht. So findet der

Elenhirsch, dessen Kopf mit einem so grossen massigen Geweihe belastet ist, dass er einen kürzeren Hals erhalten musste, seine Nahrung an Felswänden oder in Sümpfen u. dergl.

Kurz ist der Hals auch, und das Maass seiner Länge nicht mehr von der Länge der vorderen Gliedmassen abhängig in all' den Fällen, wo entweder, wie bei den Affen, vielen Nagern u. dergl., die vorderen Gliedmassen Greiforgane sind, welche die Nahrung dem Maule zuführen, oder die Thiere ihr Leben auf Bäumen verbringen (Faulthier u. a.), wo die Nahrung ihrem Maule näher steht, oder, wie die Robben (Fig. 331), Cetaceen u. dergl. (Fig. 327) im Wasser leben, oder wie die Chiropteren (Fig. 332) in der Luft fliegend ihre Nahrung erhaschen und so eines langen Halses entbehren können.

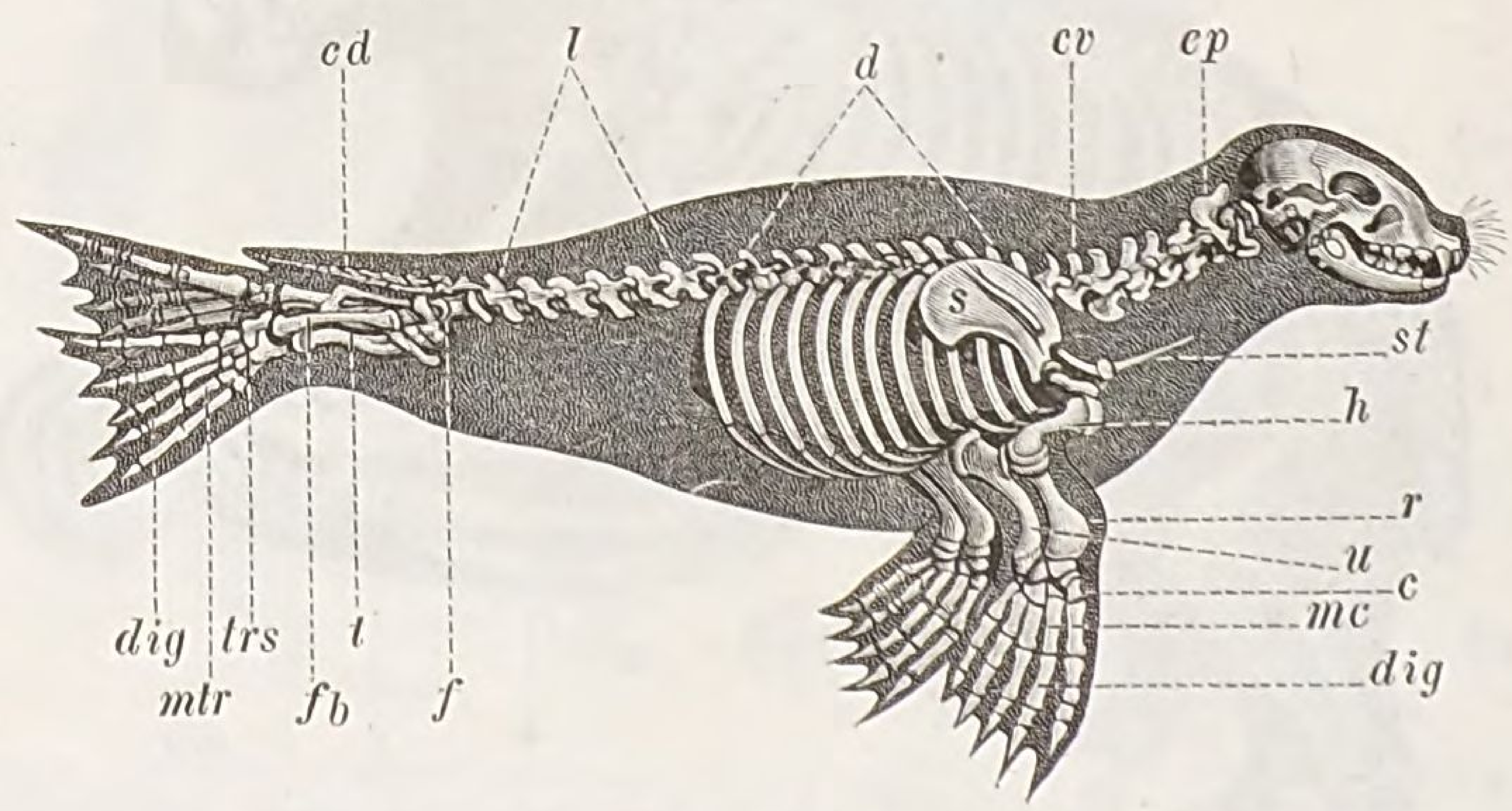


Fig. 331. Skelet von Phoca vitulina. *cp* Zweiter Halswirbel. *cv* Siebenter Halswirbel. *d* Dorsalwirbel. *l* Lumbalwirbel. *cd* Cauda. *st* Sternum. *s* Scapula. *h* Humerus. *r* Radius. *u* Ulna. *c* Carpus. *mc* Metacarpus. *dig* Finger (*Digiti*) mit Schwimmhäuten. *t* Tibia. *f* Fibula. *trs* Tarsus. *mtr* Metatarsus. *dig* Zehen (*Digiti*) durch Schwimmhäute verbunden.

Hinsichtlich der Form der Halswirbel mögen nachfolgende Besonderheiten eine Erwähnung hier finden.

Der Atlas zeichnet sich bei den meisten Säugethieren durch sehr starke platte, flügelartige Querfortsätze aus.

Der Processus spinosus des zweiten Halswirbels, der bei den meisten Säugethieren sehr stark entwickelt zu sein pflegt, läuft bei vielen, besonders bei den Carnivoren, in einen kräftigen Knochenkamm aus, der vorwärts, gegen den hinteren Bogen des Atlas, sich schnabelartig verlängert und an letzteren anstösst, — eine Einrichtung, die offenbar darauf berechnet ist, durch Verhinderung der Rückwärtsbeugung die Steifhaltung des Halses bei Kraftbewegungen, die mit dem Kopfe ausgeführt werden sollen, zu unterstützen.

Die Processus spinosi der übrigen Halswirbel zeigen viele Verschiedenheiten in ihrer Form und Ausbildung. Bei manchen, namentlich lang-

halsigen Thieren (Kameel, Giraffe, Pferd u. a.) sind sie, bis auf den des siebenten Halswirbels, ganz verkümmert, kaum als Höcker angedeutet, während bei den meisten anderen Säugethieren die vier bis fünf hinteren Halswirbel kurze, von den Seiten abgeplattete Dornfortsätze tragen, die aber, wie namentlich bei Wiederkäuern (Rind, Schaf, Ziege, Reh, Hirsch etc.), statt rückwärts, nach vorn gegen den Kopf gerichtet sind (Fig. 333).

Der Dornfortsatz des siebenten Halswirbels ist bei einzelnen Thieren (Schwein, Nashorn) ganz besonders lang und überragt sehr die übrigen Halswirbel (*Vertebra prominens*). Die Löcher der Querfortsätze zeigen gleichfalls mancherlei Verschiedenheiten. Bei der Giraffe sind die

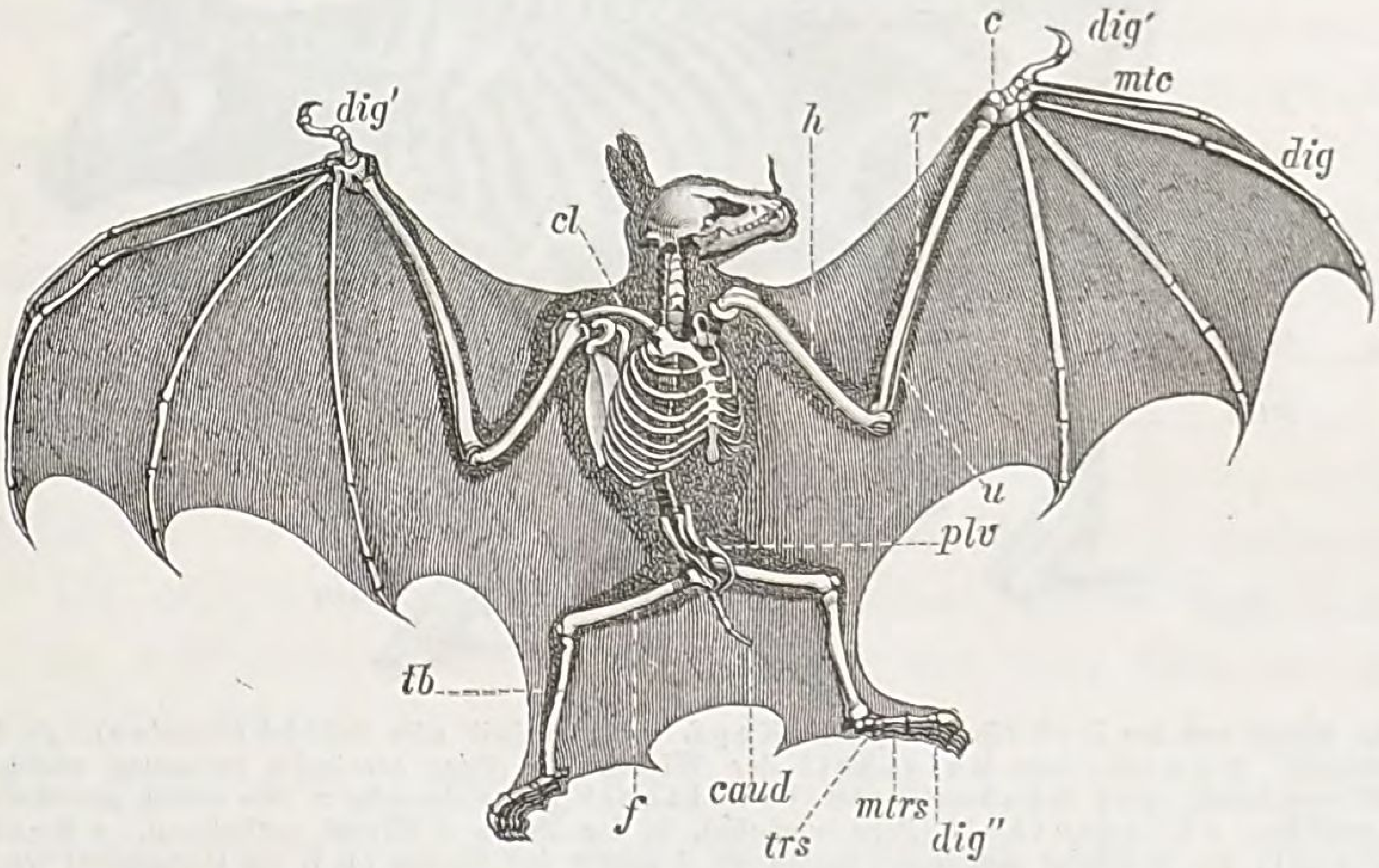


Fig. 332. Skelet einer Fledermaus (Blattnase, *Phyllostoma hastatum*), nach D'Alton. *cl* Schlüsselbein (*Clavicula*). *h* Os humeri. *r* Radius. *u* Ulna. *c* Carpus. *mtc* Metacarpus. *dig* Finger. *dig'* Daumen, einen Krallennagel tragend. *plv* Becken (*Pelvis*), an der Stelle der Schoosfuge offen. *f* Os femoris. *tb* Tibia. *trs* Tarsus. *mtrs* Metatarsus. *dig''* Zehen. *caud* Schwanz (*Cauda*).

Querfortsätze aller Halswirbel von diesen Löchern durchbrochen, nur ist das des siebenten Halswirbels noch einmal so gross, als die der anderen. Bei den meisten übrigen Wiederkäuern, auch den Carnivoren (besonders Canis, Felis, Lutra, Meles u. a.), den Robben, meisten Pachydermen (Rhinoceros, Schwein) und den Einhufern ist der siebente Halswirbel ohne Loch im Querfortsatz. Beim Lama und dem Kameel liegt das Foramen transversarium des dritten bis sechsten Halswirbels ganz im Wirbelkanal verborgen.

Der Brusttheil der Wirbelsäule ist wegen der Rippen, die er trägt, weniger beweglich, als der Halstheil und der nachfolgende Lendentheil. Die Zahl seiner Wirbel ist keine beständige, bald kleiner, als beim Menschen, bald dieser gleich, bald, wie bei den meisten Säugethieren, grösser als die des Menschen (siehe bei den Rippen).

Auch beim Lendentheil ist die Zahl der Wirbel verschieden, von 1—9 wechselnd. Da er gestattet, das Becken gegen den Thorax zu beugen, so ist er bei schnellläufigen, hüpfenden und sprungweise sich bewegenden Thieren (Carnivora digitigrada, Nager, Halbaffen, Affen, Wiederkäuer, Einhufer [Fig. 328], Beutelthiere u. a.) besonders in die Länge entwickelt, aus fünf bis neun Wirbeln bestehend, während er bei anderen viel kürzer und die Zahl seiner Wirbel kleiner ist. Die in ihren Bewegungen schwerfälligeren Pachydermen, wie der Elephant (Fig. 321), Nashorn u. a., haben

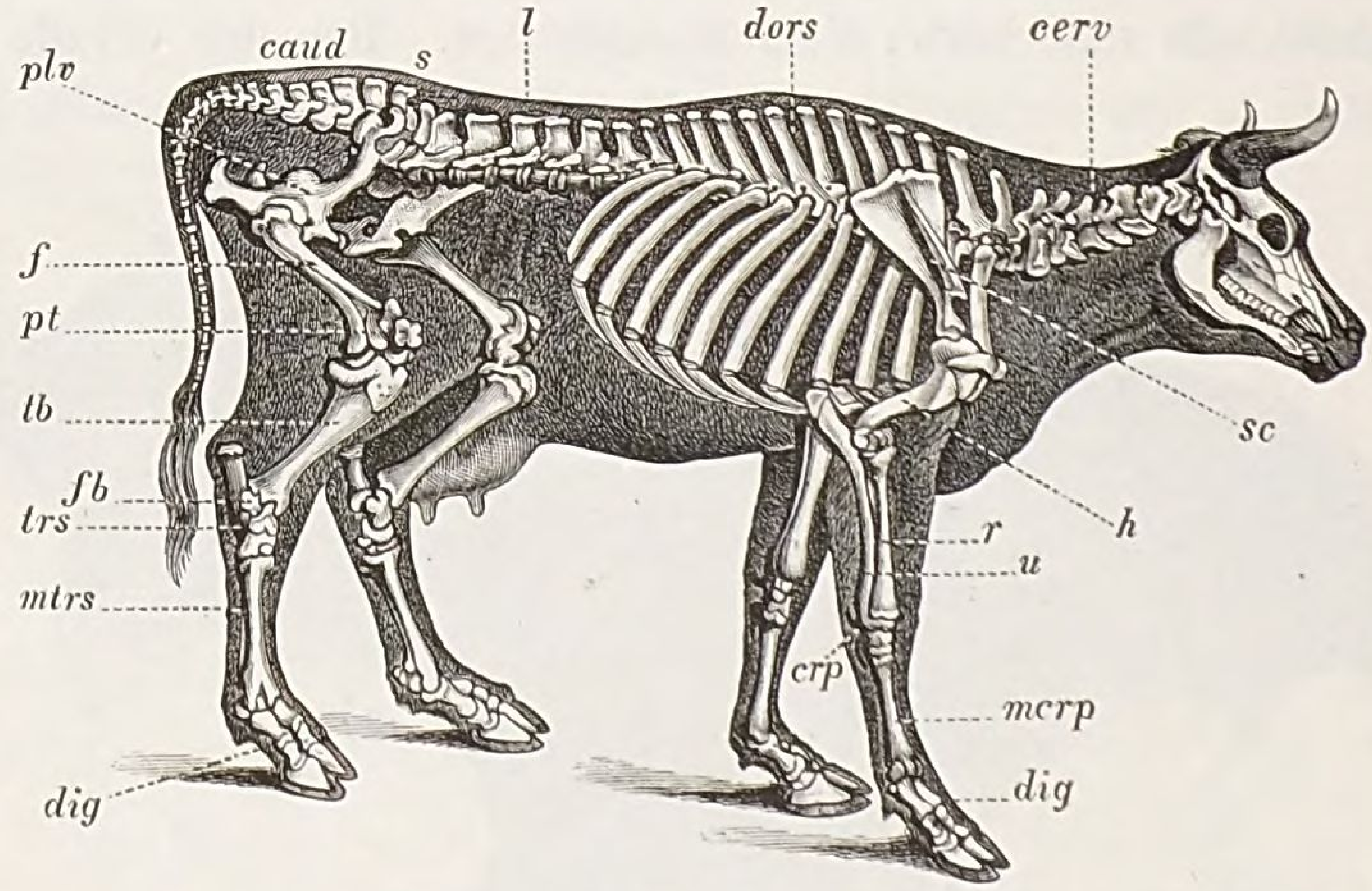


Fig. 333. Skelet von der Kuh (*Bos taurus*). Kopf. *cr* Hirntheil oder Schädel (*Cranium*). *fc* Antlitztheil (*Pars facialis*). Rumpf. *cerv* Halstheil der Wirbelsäule (*Pars cervicalis columnae vertebralis*), aus 7 Wirbeln bestehend. *dors* Rücken- oder Brusttheil (*Pars dorsalis s. thoracica*), gewöhnlich von 14 Wirbeln gebildet. *l* Lendentheil (*Pars lumbalis*), in der Regel 5 Wirbel enthaltend. *s* Becken- oder Sacraltheil, aus 5 Wirbel bestehend, wovon die 2 ersten das Becken (d. i. die Darmbeine) tragen. *caud* Schwanztheil der Wirbelsäule. *c* Rippen (*Costae*). *crt* Rippenknorpel (*Cartilagines costales*). Vordere Gliedmassen (*Extremitates anteriores*). *sc* Schulterblatt (*Scapula*). *h* Oberarmbein (*Os humeri*), auch Querbein genannt. *ah* Schultergelenk (*Articulatio humeri*), gewöhnlich Buggelenk genannt. *r* Die Speiche (*Radius*) des Unterarms. *u* Das Ellenbogenbein (*Ulna*) desselben. *ol* Ellenbogenhöcker (*Olecranon*). *am* Handgelenk (*Articulatio manus*), das sog. Vorderknie. *crp* Handwurzel (*Carpus*). *mcrp* Mittelhand (*Metacarpus*), aus 2 verwachsenen Mittelhandknochen bestehend. *dig* Zwei Finger, welche aus drei Gliedern bestehen und von dem gemeinsamen Mittelhandknochen getragen werden. Das erste Glied jedes Fingers heisst Fesselbein, das zweite Kronbein und das dritte Hufbein. Hintere Gliedmassen (*Extremitates posteriores*). *plv* Das Becken (*Pelvis*), der Träger derselben. *f* Oberschenkelbein (*Os femoris*) oder Backenbein. *pt* Kniescheibe (*Patella*). *tb* Grosses Unterschenkelbein (*Tibia*). *fb* Ueberrest des verkümmerten Wadenbeins (*Fibula*). *cal* Ferse oder das sog. Hinterknie. *trs* Fusswurzel (*Tarsus*). *mtrs* Mittelfuss. *dig* Doppelzehe, wie an der Hand sich verhaltend.

nur drei, und der zweizehige Ameisenfresser (Fig. 334) hat selbst nur einen Lendenwirbel.

Beim Hasen tragen die drei bis vier vorderen Lendenwirbel untere Dornfortsätze, zum Ursprunge der Musculi psoae.

Der Beckentheil trägt den Beckengürtel und sind die Seitenknochen dieses meistens durch Synchondrosen und Bänder mit ihm verbunden. Bisweilen jedoch ist diese Verbindung eine Synostose (Talpa, Faulthier, Ameisenfresser [Fig. 334] u. a.). Er ist, je nach der Länge des Beckens, verschieden lang und wechselt die Zahl seiner Wirbel zwischen 1—8. Da dieser

Abschnitt keine Bewegungen auszuführen hat, verwachsen in der Regel seine Wirbel miteinander und bilden dadurch einen gemeinsamen Knochen, — das sog. Kreuzbein (*Os sacrum*), mit welchem Namen man beim Menschen den, aus fünf verwachsenen Wirbeln hervorgegangenen, das Becken tragenden Knochen der Wirbelsäule bezeichnet, weil er die Skeletgrundlage jener Region des untern Endes der Rückfläche des Rumpfes abgibt, welche man schon im gewöhnlichen Leben das Kreuz zu bezeichnen pflegt.

Bei den meisten Säugethieren mit entwickeltem Schwanze besteht das Kreuzbein nur aus zwei Wirbeln, bei manchen, wie bei geschwänzten Affen auch aus drei. Grösser ist die Zahl (4—5) bei den schwanzlosen Affen, und den kurzschwänzigen Einhufern, Wiederkäuern, Pachydermen u. A. Indess sind nur die beiden vorderen Wirbel die alleinigen Träger der Darmbeine. Nur beim Elephanten verbinden sich sämmtliche fünf Wirbel des Kreuzbeins mit dem Darmbein. Wie beim Menschen, so werden auch bei den Säugethieren die aus Verschmelzung der Querfortsätze hervorgehenden Seitenränder des Kreuzbeins durch Knochenkerne, welche als rudimentäre Rippen vor jenen sich entwickeln — verstärkt, aber nur so weit, als der Seitenrand Träger des Darmbeins ist.

Unter den Theilen des Beckens ist es, wie beim Menschen, auch hier gewöhnlich nur das Darmbein, das direkt mit dem Kreuzbein verbunden ist. — Nur bei einigen Thieren, z. B. dem Wombat, dessen Kreuzbein lang ist und aus 8 Wirbeln gebildet wird, verbindet sich auch noch das Sitzbein mit den beiden letzten Kreuzwirbeln. Aehnliches findet sich auch bei den meisten Chiropteren und mehreren Edentaten (Faulthier, Schuppenthier u. a.).

Der Schwanztheil der Wirbelsäule zeigt in Betreff seiner Ausbildung die grösste Verschiedenheit. Meistens ist er mehr oder weniger in die Länge entwickelt, daher die Zahl seiner Wirbel gross ist und in einzelnen Fällen selbst bis auf 30—40 steigen kann. Die grössere Entwicklung in die Länge findet man namentlich da, wo sehr wesentliche Leistungen

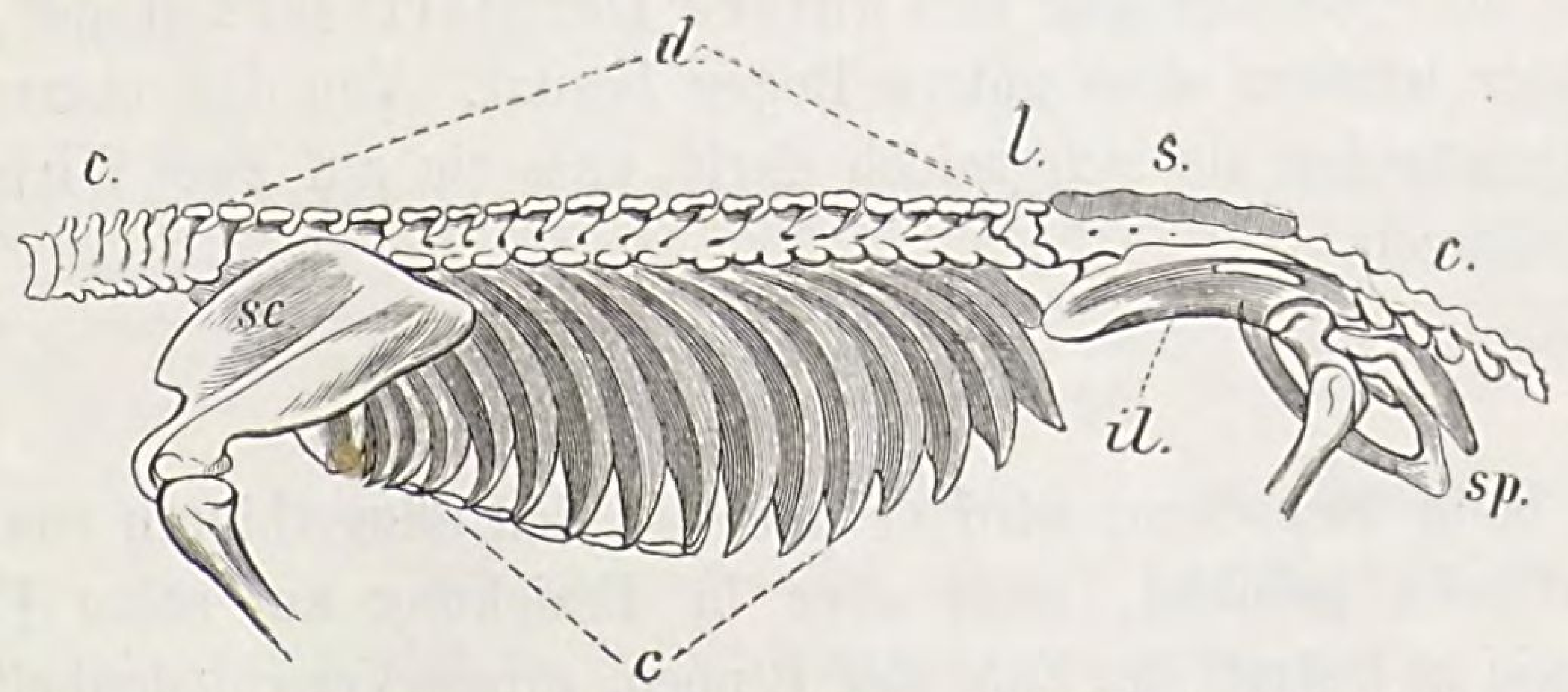


Fig. 334. Rumpfskelet von Myrmecophaga didactyla. *c* Halstheil der Wirbelsäule. *d* Dorsaltheil. *l* Lendentheil. *s* Sacraltheil, mit dem Becken verwachsen. *c* Anfang des Caudaltheils. *il* Darmbein. *sp* Offene Schoosfuge. *sc* Scapula. *c* Rippen, welche von ungewöhnlicher Breite, dachziegelförmig derart übereinander sich legen, dass der hintere Rand jeweils den vorderen der dahinter folgenden Rippe deckt.

von ihm gefordert sind, durch welche er die Gliedmassen unterstützt oder selbst ergänzt. So kann er

1) als Greiforgan dienen (Greif- oder Wickelschwanz), wie dies besonders bei vielen amerikanischen Affen, manchen Beutelthieren (Phalangista u. a.) gefunden wird;
2) kann er bei hüpfenden oder sprungartigen Bewegungen das Fortschnellen des Körpers sehr unterstützen, wie das Känguruh, das Schenkelthier, die Springmaus (*Dipus*) (Fig. 323) Beispiele abgeben;
3) kann er zur Vorwärtsbewegung des Körpers beim Schwimmen mitwirken, wie dies besonders bei den Cetaceen der Fall ist, deren Schwanzende eine auf- und abwärts bewegbare horizontale Flosse trägt, die aber auch als Steuerruder bei der Bewegung in die Tiefe oder aus dieser nach der Oberfläche benutzt werden mag (Fig. 328);
4) als Steuerruder beim Schwimmen kommt er auch noch bei anderen Thieren (Lutra, Canis u. a.), und als solches bei Sprüngen bei Felis, Sciurus u. a. in Anwendung.

Wo derartige, für die Locomotion sehr wesentliche Verrichtungen von ihm nicht gefordert werden, und er höchstens nur noch den Träger eines Haarbüschels, das als Fliegenwedel u. dergl. dienen soll, abgibt, wie beim Pferde (Fig. 329), Rinde u. a., ist seine Entwicklung eine sehr viel geringere und die Zahl seiner Wirbel viel kleiner. Wo aber endlich auch solche Anforderungen an ihn nicht mehr gestellt sind, bleibt er, wie beim Menschen, ganz unentwickelt und besteht höchstens noch aus einigen (3—5) Wirbeln.

Als Eigenthümlichkeit der Schwanzwirbel ist noch anzuführen, dass bei manchen Säugethieren, wie namentlich beim Delphin, der Fischotter, dem Fuchse, Leoparden, Känguruh, Schuppenthier, Biber, mehreren Affen (Cercopithecus, Ateles u. A.), dieselben untere Bogen zur Bildung eines Kanals für die Caudalgefässe und untere Dornfortsätze tragen, und das Schnabelthier letztere ohne untere Bogen besitzt. Von den oberen Wirbelbogen unterscheiden sie sich jedoch darin, dass sie auf zwei Wirbelkörpern zugleich aufsitzen.

bb) Brustkasten (Thorax).

Wie beim Menschen, wird er auch bei den Säugethieren von Rippen und Brustbein gebildet, zeigt aber in Beziehung auf seine Form und Grösse, sowie in Betreff der Zahl der Rippen, grosse Verschiedenheiten. Meistens erscheint er von den Seiten (Fig. 317), seltener, wie beim Menschen, von vorn nach hinten zusammengepresst (Fig. 335).

aa) **Rippen (Costae).**

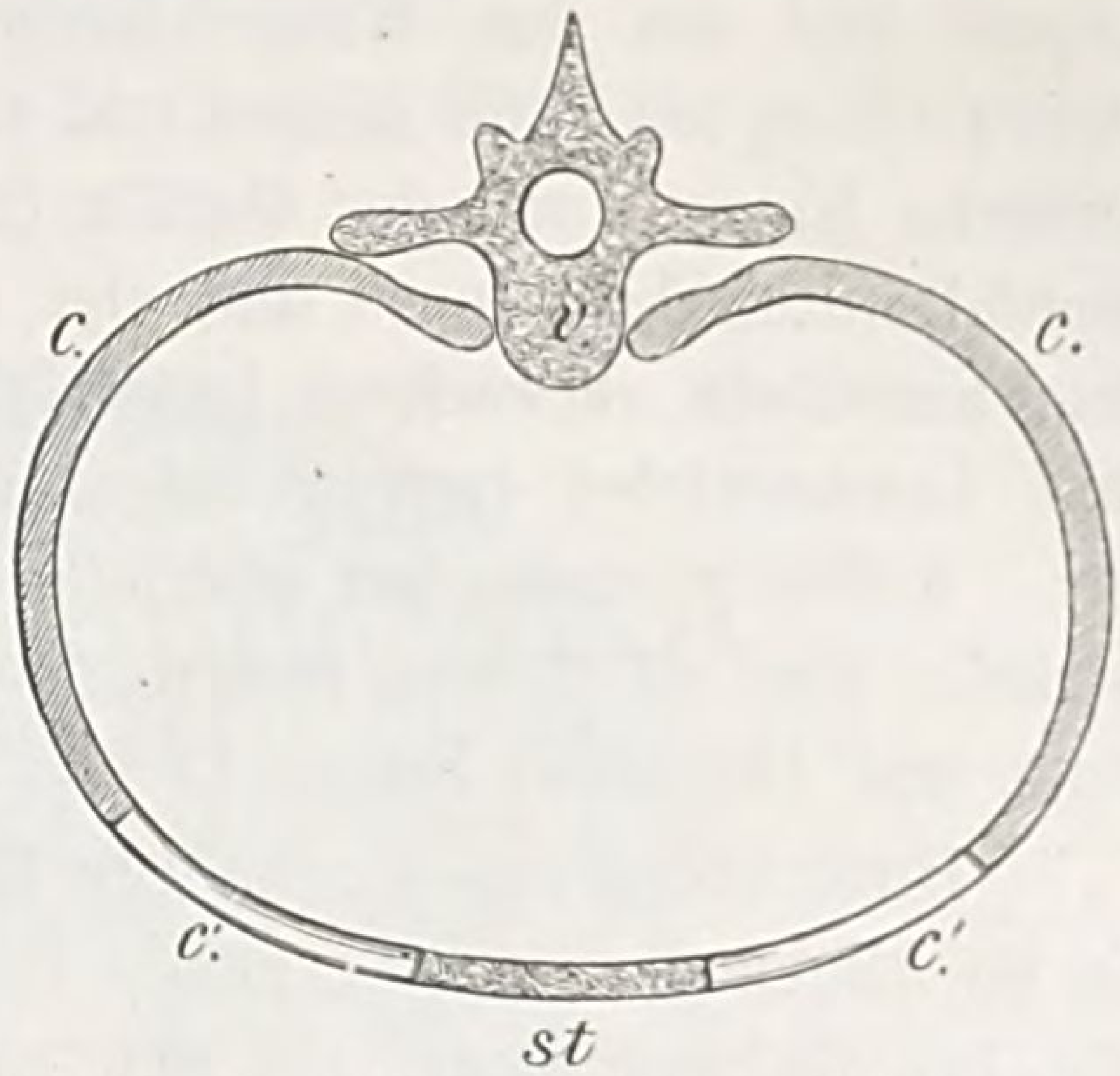


Fig. 335. Querschnitt des Thoraxskeletes eines Säugethieres (breite Thoraxform), schematisch. *v* Wirbelsäule. *c* Costae. *c'* Cartilagines costales. *st* Sternum.

Sie zerfallen, denen des menschlichen Thorax ähnlich, auch hier in wahre und falsche, je nachdem sie mit dem Brustbein verbunden sind oder nicht. Auch werden die ersteren in der Regel durch Rippenknorpel, die indess bei vielen eine vorwiegende Neigung zu frühzeitiger Verknöcherung haben, mit dem Brustbein verbunden. Nur bei manchen Säugethieren (Cetaceen, Chiropteren und Monotremen) kommen ähnlich, wie bei den Vögeln, vielen Amphibien, statt dessen Sternalrippen vor, welche sowohl mit dem Brustbein, als auch mit den Vertebralrippen beweglich verbunden sind. Beim Schnabelthier (Fig. 336) haben Vertebral- und Sternalrippen selbst noch einen, den Medianrippen der Saurier entsprechenden Rippenknorpel als Verbindungsstück zwischen sich.

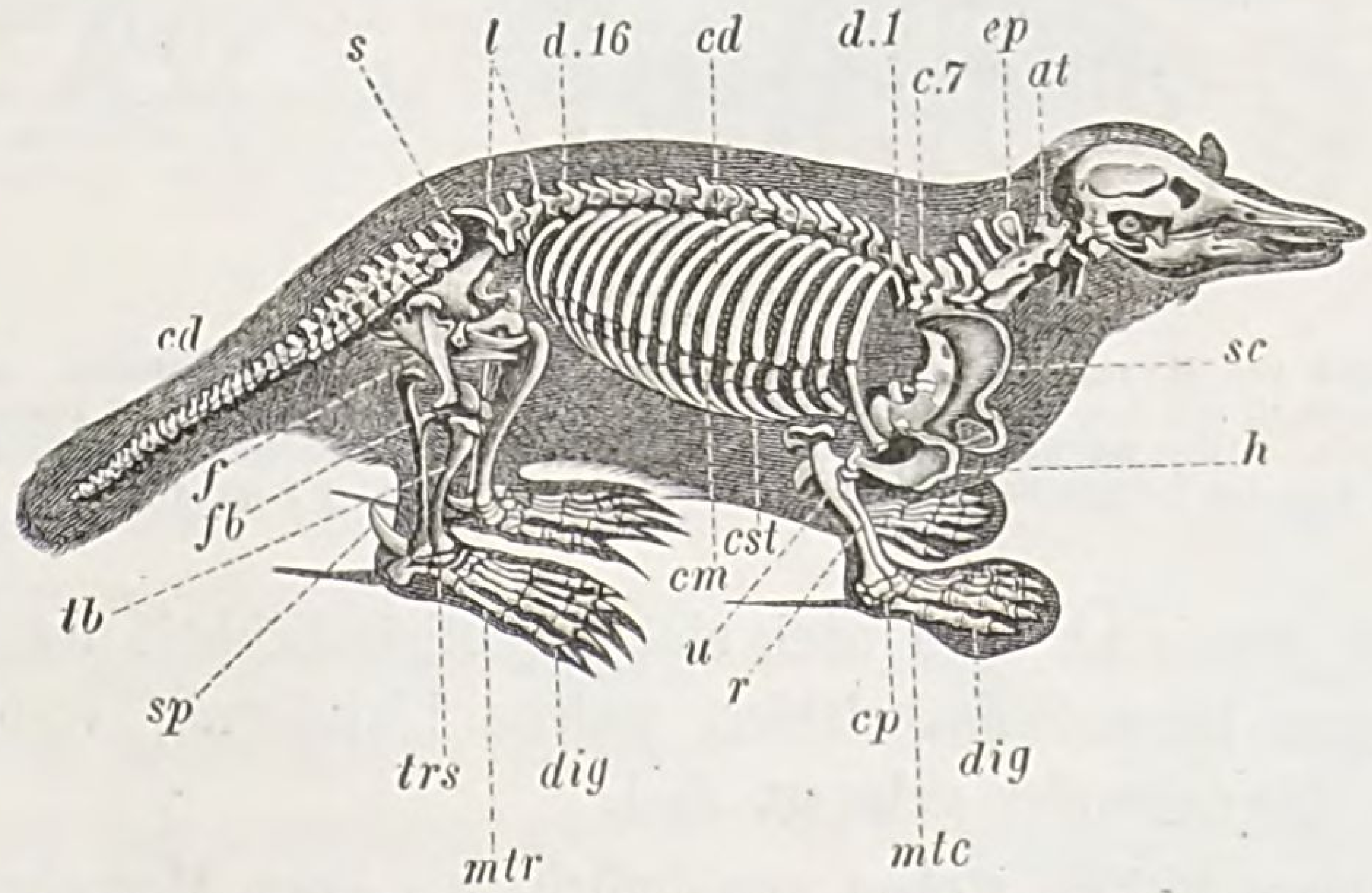


Fig. 336. Skelet vom Schnabelthier (*Ornithorhynchus paradoxus*). *at* Erster Halswirbel (*Atlas*). *ep* Zweiter Halswirbel (*Epistropheus*). *c.7* Siebenter Halswirbel. *d.1* Erster Dorsalwirbel. *d.16* Letzter Dorsalwirbel (16). *l* Lendenwirbel (3). *s* Sacralwirbel (2 + 1). *cd* Caudalwirbel (19). *cd* Costae vertebrales (16). *cm* Costae medianae. *cst* Costae sternales. *sc* Scapula. *h* Humerus. *r* Radius. *u* Ulna. *cp* Carpus. *mtc* Metacarpus. *dig* Finger (*Digiti*), durch Schwimmhäute verbunden. *f* Oberschenkel (*Femur*). *tb* Tibia. *fb* Fibula. *sp* Sporn. *trs* Tarsus. *mtr* Metatarsus. *dig* Zehen (ohne Schwimmhäute).

Die Zahl der Rippen ist sehr unbeständig, im Allgemeinen grösser als bei dem Menschen, bei mehreren ist sie der des menschlichen Thorax gleich, und bei einigen ist sie selbst kleiner, als hier.

Am grössten ist die Zahl der Rippen bei den Pachydermen, Einhufern und Faulthieren, bei denen sie auf 18—23 steigt. Zwölf Rippen haben

die meisten Affen und Halbaffen, einige Nager (Sciurus, Pteromys volans, Lepus) und von den Wiederkäuern Lama und Camelus bactrianus. Der Orang-Utang hat zwölf Rippen und vier Lendenwirbel, der Chimpansé besitzt dreizehn Rippen, und der Gorilla (nach einem Exemplare in Wien) besitzt ebenfalls dreizehn Rippen und vier Lendenwirbel, wovon aber der vierte mit dem Kreuzbein verwachsen ist. Hylobates hat selbst vierzehn Rippen und fünf Lendenwirbel (wovon indess der fünfte mit dem Os ilei verbunden ist). Ateles paniscus hat ebenfalls vierzehn Rippen, aber nur vier Lendenwirbel. Nur elf Rippen finden sich beim Gürtelthier, bei Vespertilio murinus und Delphinus leucas.

Hinsichtlich der Form der Rippen ist bemerkenswerth, dass, wenn sie im Allgemeinen auch schmale Bogen darstellen, doch in einzelnen Fällen, wie bei Galeopithecus, sie sich so verbreitern, dass die Intercostalräume sehr verengt erscheinen und bei Myrmecophaga didactyla selbst in solchem Grade verbreitert sind, dass sie sich gegenseitig decken und die Intercostalräume ganz schwinden (Fig. 337).

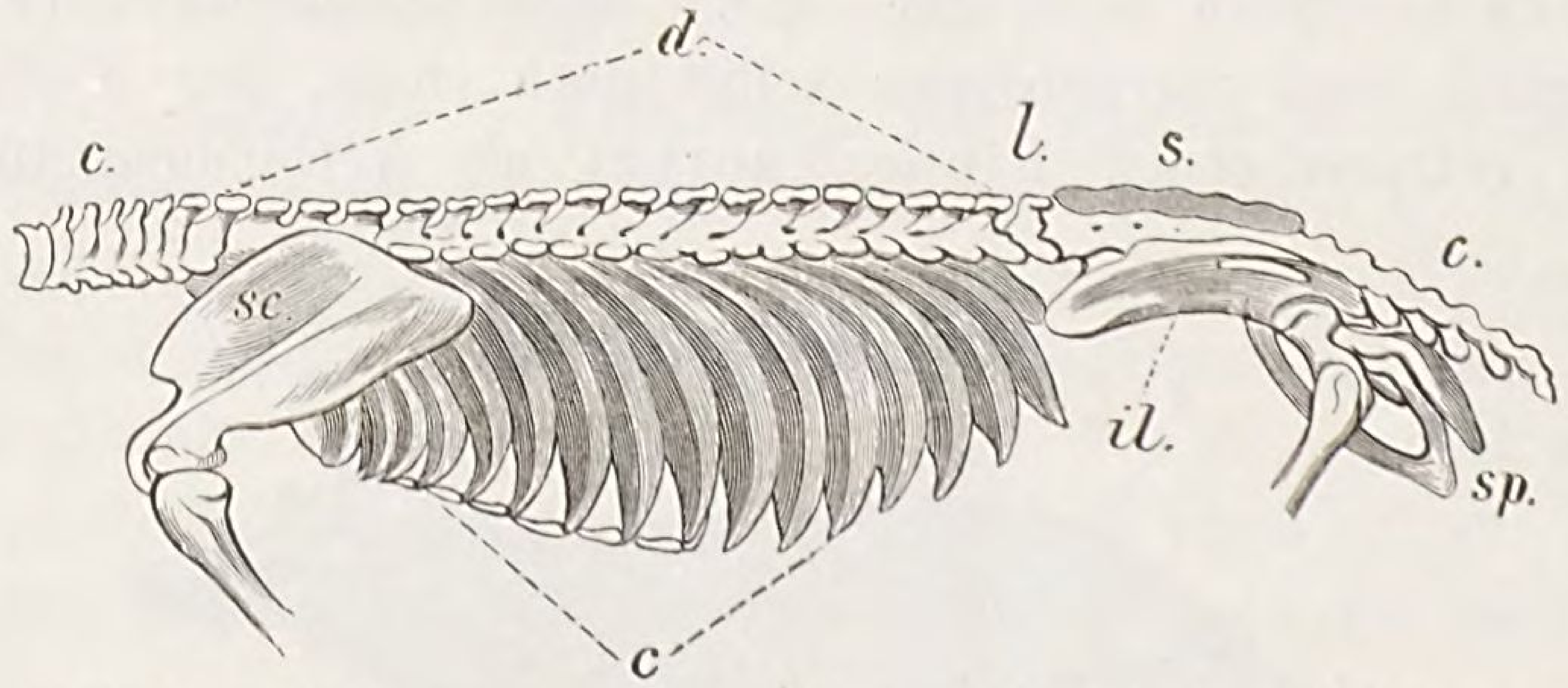


Fig. 337. Rumpfskelet von *Myrmecophaga didactyla*. *c* Halstheil der Wirbelsäule. *d* Dorsaltheil. *l* Lendentheil. *s* Sacraltheil, mit dem Becken verwachsen. *c* Anfang des Caudaltheils. *il* Darmbein. *sp* Offene Schoosfuge. *sc* Scapula. *c* Rippen, welche von ungewöhnlicher Breite, dachziegelförmig derart übereinander sich legen, dass der hintere Rand jeweils den vorderen der dahinter folgenden Rippe deckt.

Erwähnenswerth ist auch noch eine Eigenthümlichkeit der Knorpel der falschen Rippen beim Schnabelthier, welche blattförmig verbreitert und schuppenartig übereinander gelagert sind.

Die wahren Rippen stehen gewöhnlich, wie beim Menschen, den falschen voran. Nur das Faulthier hat auch vordere falsche Rippen, so dass die wahren zwischen den vorderen und hinteren falschen stehen.

Die Zahl der wahren Rippen ist meistens, wie beim Menschen, grösser, als die der falschen. Nur bei denjenigen Thieren, bei denen die Zahl der Rippen überhaupt gross ist, wie namentlich bei den Pachydermen, Einhufern, Monotremen u. a., ist die der falschen grösser.

So kommen beim Pferd (Fig. 329) auf acht wahre Rippen zehn falsche; beim Schnabelthier (Fig. 336) auf sechs wahre zehn falsche; beim

Nashorn kommen auf sieben wahre zwölf falsche und beim Elephant (Fig. 338) auf sieben Costae verae selbst dreizehn spuriae.

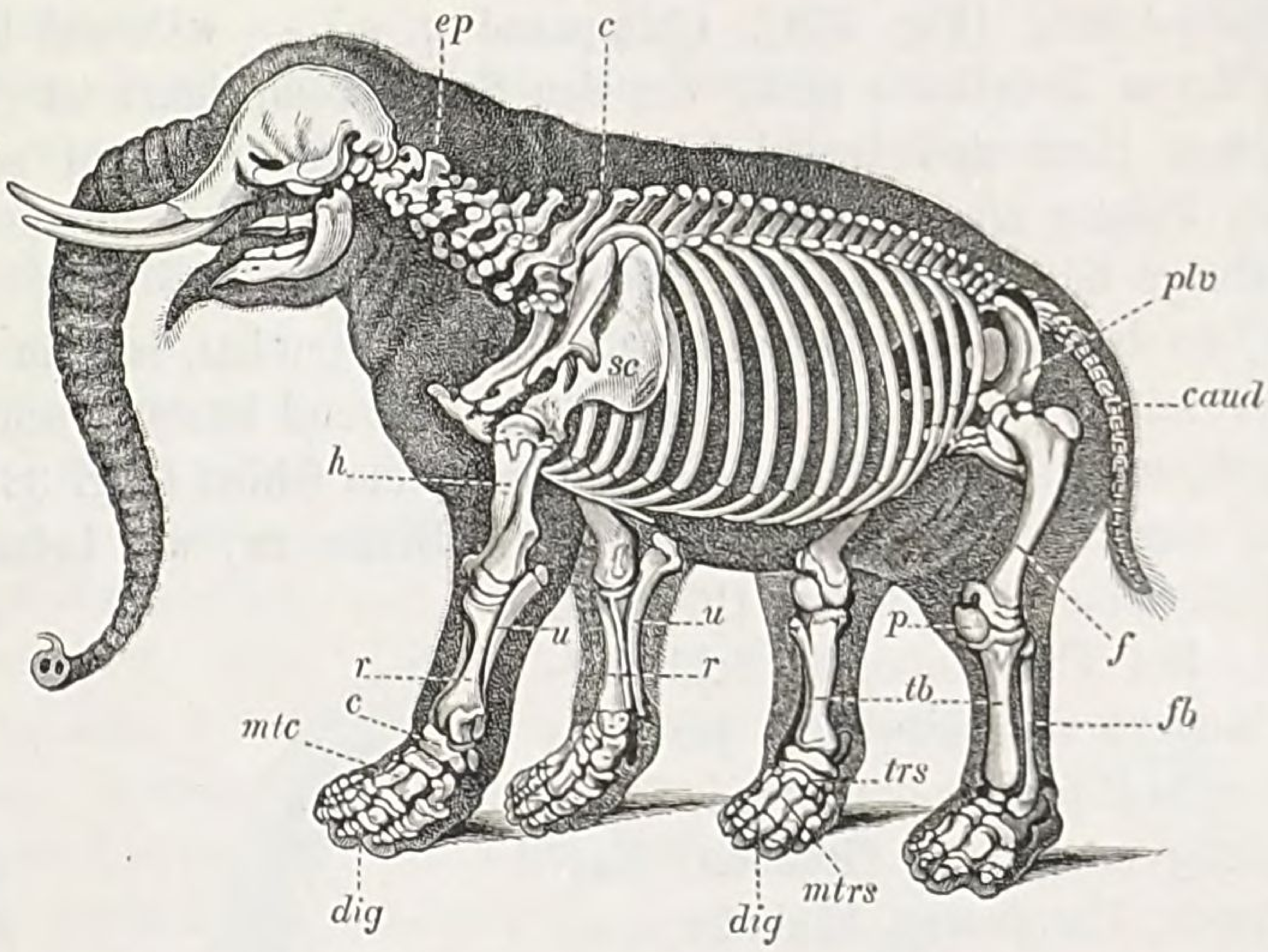


Fig. 338. Skelet vom afrikanischen Elephanten (*Elephas africanus*) (nach Pander u. D'Alton). Kopf. *cr* Hirntheil oder Schädel (*Cranium*). *fc* Antlitztheil (*Pars facial.*). *dt* Stosszähne (im Zwischenkiefer steckend). *prb* Rüssel (*Proboscis*). *mi* Unterkiefer. Rumpf. *at* Erster Halswirbel (*Atlas*). *ep* Zweiter Halswirbel (*Epistropheus*). *c* Siebenter Halswirbel. *d* Dorsaltheil der Wirbelsäule. *l* Lendentheil. *s* Beckentheil (*Pars sacralis*). *caud* Schwanztheil (*Pars caudalis*). *c* Rippen (*Costae*). *crt* Rippenknorpel (*Cartil. costales*). *st* Brustbein (*Sternum*). Gliedmassen (*Extremitates*). Vordere Gliedmassen. *sc* Schulterblatt (*Scapula*). *h* Oberarmbein (*Os humeri*). *r* Speiche des Unterarms (*Radius*). *u* Ellenbogenbein (*Ulna*). *crp* Handwurze' (*Carpus*). *mtc* Mittelhand (*Metacarpus*). *dig* Finger (5 an der Zahl). Hintere Gliedmassen. *plv* Becken (*Pelvis*). *f* Oberschenkelbein (*Os femoris*). *p* Patella. *tb* Tibia. *fb* Fibula. *trs* Fusswurzel (*Tarsus*). *mtrs* Mittelfuss (*Metatarsus*). *dig'* Zehen (*Digiti*), 5 an der Zahl, worunter die innerste Zehe (grosse Zehe) sehr verkürzt ist.

$\beta\beta$) **Brustbein (Sternum).**

Es bildet den ventralen Schluss des Brustgewölbes, indem es eine Anzahl Rippen von beiden Seiten verbindet. Aber auch für den Schultergürtel, dessen Schlüsselbeine an sein vorderes Ende sich befestigen, gibt es eine sehr wesentliche Stütze ab, und indem es, gleich einem schützenden Schilde, die ventrale Seite des Herzens überdeckt, gewährt es diesem auch Schutz.

Bei Berücksichtigung letzterer Bestimmung lässt es sich dann auch begreifen, warum da, wo der Thorax von der ventralen nach der dorsalen

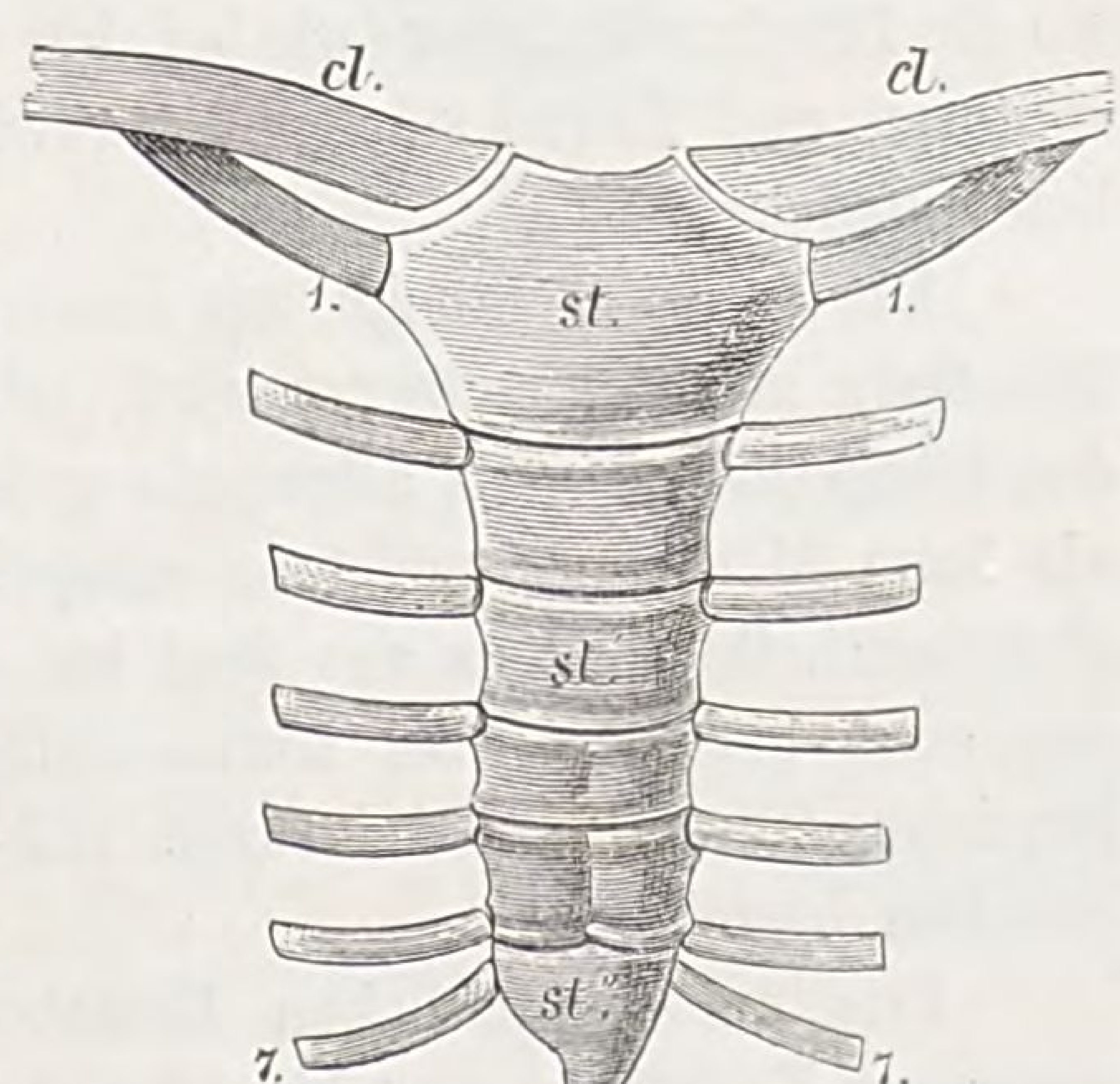


Fig. 339. Brustbein vom Orang-Utang. *cl* Schlüsselbein. *st* Manubrium sterni. *st'* Corpus sterni, aus vier Stück bestehend, welche die Spur der Trennung noch zeigen. *st''* Processus xiphoideus. *1* Knorpel der ersten Rippe. *7* Dessgl. der siebenten Rippe.

Seite mehr zusammengedrückt erscheint (Fig. 335), in welchem Falle das Herz mehr unmittelbar über dem Brustbeine seine Lage zu haben pflegt, dasselbe eine mehr platte, breite Gestalt, wie beim Menschen, besitzt (Cetaceen, Orang-Utang [Fig. 339], Chimpansé u. a.) — während bei solchen Thieren, deren Brustkorb mehr von den Seiten comprimirt ist (Fig. 317), wo zwischen Herz und Brustbein noch die Lungen wie ein schützendes elastisches Polster eingeschoben zu sein pflegen, es eine schmale Form hat (meiste übrige Säugethiere [Fig. 338]).

Da, wo das Brustbein Schlüsselbeine zu tragen hat, ist sein vorderes Ende verbreitert (Manubrium [Fig. 339]), während letzteres schmal bleibt bei denjenigen Thieren, welchen die Schlüsselbeine fehlen (Fig. 339 u. 340). Bisweilen nimmt es aber nach hinten an Breite zu, wie beim Schwein, vielen Wiederkäuern, Einhufern (Fig. 340 B) u. a. Bei Thieren ohne Schlüsselbein verlängert sich bisweilen das vordere, das erste Rippenpaar tragende Stück schnabelartig nach vorn (Robben, Nashorn, Schwein, Carnivoren, Einhufer u. a).

Das schmale Brustbein (Fig. 341) ist meistens mehr cylindrisch geformt, nur in einzelnen Fällen, wie z. B. bei Einhufern (Fig. 340), von den Seiten abgeplattet und nach vorn in einen Kamm sich erhebend. Letzteres (*Crista sterni*) bildet sich überhaupt da besonders aus, wo die Brustmuskulatur (wie bei den Chiropteren und Talpa) stärker als gewöhnlich entwickelt ist.

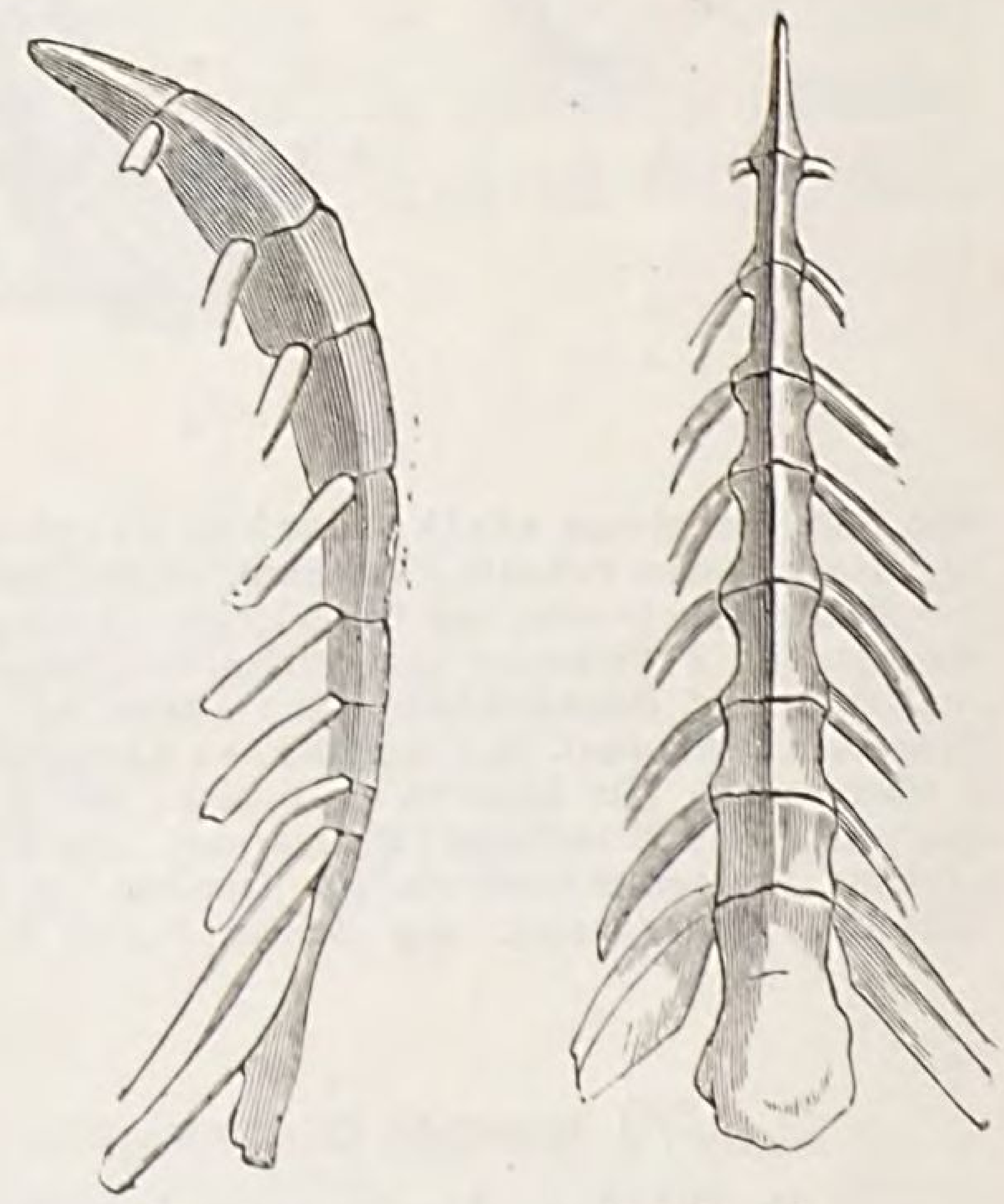


Fig. A. Fig. B.

Fig. 340. A. Brustbein (*Sternum*) vom Pferde (*Equus caballus*), von der Seite dargestellt. Der obere Theil von den Seiten comprimirt u. kammartig nach vorn vorspringend, während der untere von vorn nach hinten abgeplattet ist. B. Dasselbe von vorn dargestellt.

Die Zahl der Stücke, aus denen das Brustbein zusammengesetzt wird, ist bei den Säugethieren ganz allgemein grösser, als beim Menschen; meistens entspricht sie der Zahl der Intercostalräume. Grösstentheils wird es aus fünf bis sieben Stücken gebildet, bisweilen auch aus acht bis neun, bei Lutra vulgaris (Fig. 341) selbst aus elf, ja bei Bradypus (Cholaepus) didactylus soll es nach Stannius sogar aus dreizehn Stücken bestehen.

Das am menschlichen Brustbein als Processus xiphoideus unterschiedene Endstück zeigt hinsichtlich seines Vorkommens und seiner Gestalt eben so grosse Verschiedenheiten als beim Menschen. Bei manchen Thieren fehlt dieser Schwertfortsatz ganz, bei anderen ist er bald nur knorpelig, bald knöchern, bald mehr länglich und schmal, bald mehr in die Breite

gebildet. Besonders lang, anfänglich schmal und deutlich aus zwei Hälften gebildet, dann gegen das Ende aber schaufelförmig sich verbreiternd, ist derselbe beim Schuppenthier.



Fig. 341. Brustbein (*Sternum*) von Lutra vulgaris (von vorn dargestellt).

Etwas abweichend erscheint das Brustbein der Monotremen (Schnabelthier, Ameisenigel) gebildet (Fig. 342). Nämlich vor dem aus zwei im Alter oft verschmelzenden Seitenhälften bestehenden platten Manubrium liegt noch ein Tförmiger Knochen (*epst*), auf dessen Seitenarmen die vorderen Schlüsselbeine (*Claviculae ant.*) gelagert sind, welche im Alter selbst damit verwachsen (wenigstens bei Echidna), während weiter hinten das Manubrium (*mst*) die hinteren Schlüsselbeine (*Oss. coracoidea*) trägt. Dieser Tförmige Knochen, welcher die Stütze für den mit doppelten Schlüsselbeinen versehenen Schultergürtel vermehrt, entspricht dem Episternum der Saurier und kann füglich auch hier so bezeichnet werden. Bei den übrigen Säugethieren, die, wenn sie überhaupt Schlüsselbeine besitzen, nur einfache zu haben pflegen, scheint diese Episternalbildung wieder unterzugehen. Doch bei vielen finden sich vor dem Brustbein, zwischen ihm und dem Schlüsselbein Knorpel oder Knochenstücke, die als Ueberreste des Episternums zu betrachten sind, und bisher als Ossa suprasternalia unterschieden wurden. (Siehe weiter unten über die Episternalbildungen).

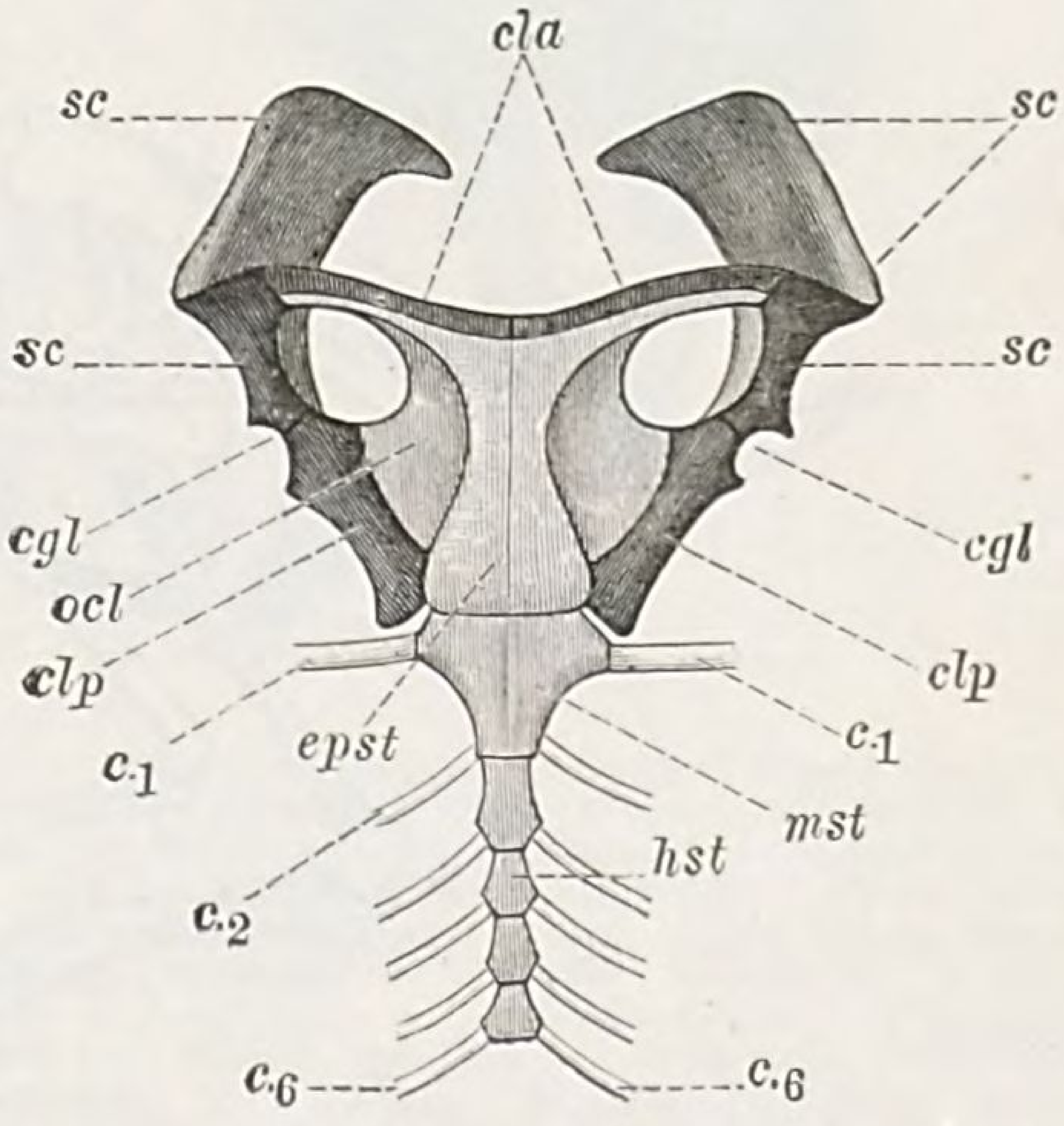


Fig. 342. Brustbein und Schultergürtel vom Schnabelthier (*Ornithorhynchus*). *epst* Episternum. *mst* Mesosternum. *hst* Hyposternum. *c.1* Costa prima, vom Mesosternum getragen. *c.2* Zweite Rippe. *c.6* Sechste Rippe, vom hintern Glied des Hyposternum getragen. Schultergürtel. *sc* Scapula. *cgl* Gelenkpfanne (*Cav. glenoidal.*). *cla* Vorderes Schlüsselbein (*Clavicula anterior*). *clp* Hinteres Schlüsselbein (*Clav. posterior*). *s* Os coracoideum. *ocl* Ausfüllungshaut.

b) *Rumpfskelet der Vögel.*

Das Skelet der Vögel ist zwar nach dem gleichen Plane angelegt, der dem der Säugethiere zu Grunde liegt. Allein ungeachtet dessen zeigt es in seinen einzelnen Theilen nicht unbedeutende Abänderungen, wie sie theils durch die Verschiedenheit der Verhältnisse, auf welche das Leben dieser Thiere angewiesen und ihre Körperbewegungen berechnet sind, theils durch das in der ganzen Organi-

sation der Vögel sich offenbarende Streben der Natur veranlasst wurden, beim Aufbau des Körpers solche Einrichtungen zu treffen, welche Verminderung des Körpergewichts und dadurch Ersparung von Muskelkraft möglich machen.

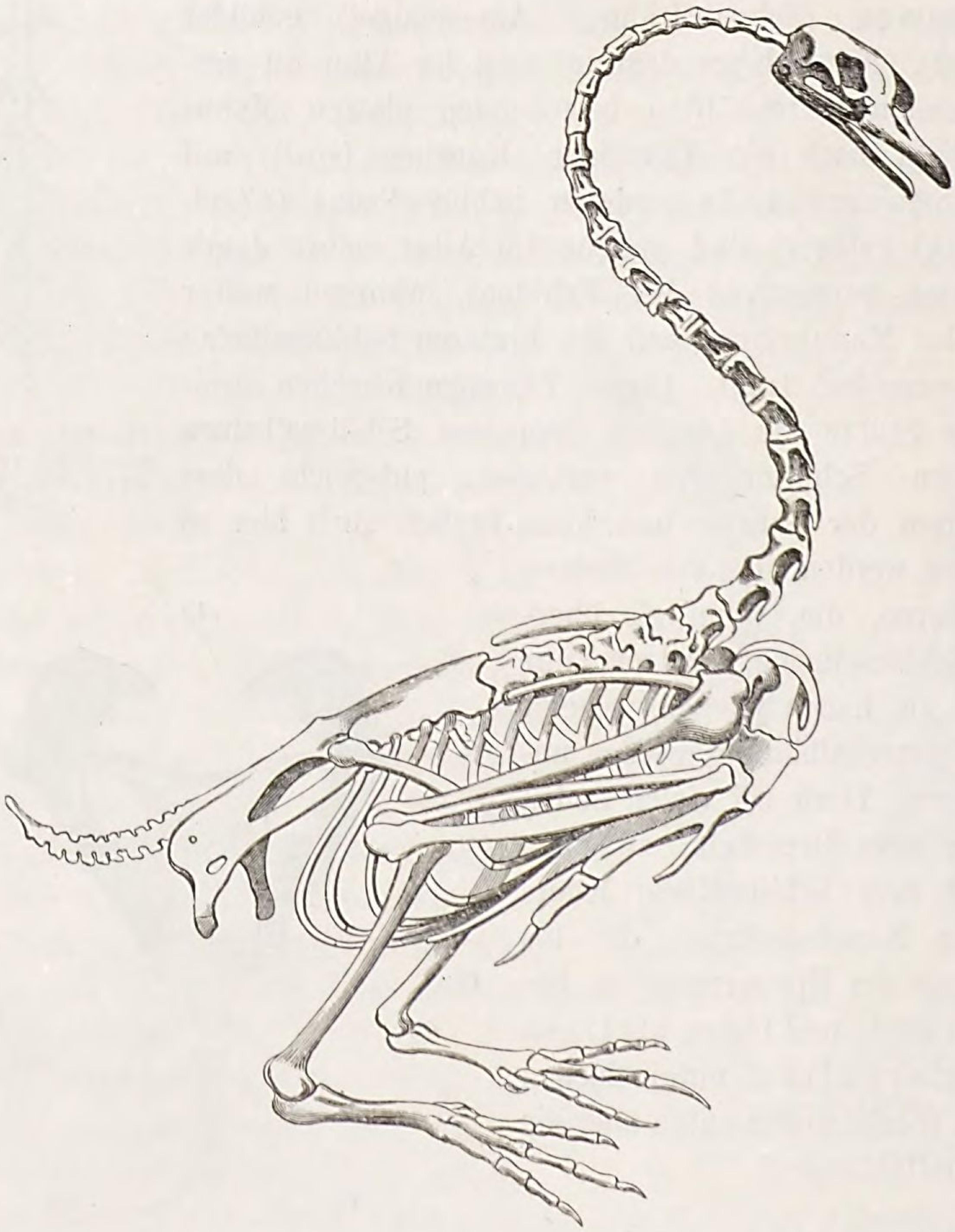


Fig. 343. Skelet vom weissen Schwan (*Cygnus olor*).

So ist auch der Rumpf der Vögel dem der Säugethiere ähnlich gebaut und lässt die gleichen Abschnitte, wie dort, nämlich Wirbelsäule, Rippen und Brustbein unterscheiden. Auch wird der von beiden letzteren gebildete Theil, wie bei jenen, Brustkorb (*Thorax*) bezeichnet. Allein er zeigt doch manche nicht unbedeutende Abänderungen. So ist die von ihm umschlossene Rumpfhöhle nicht mehr durch ein Zwerchfell in zwei Höhlen getrennt, sondern enthält eine für die Rumpf-

Eingeweide gemeinsame. Ferner ist er weiter nach hinten gerückt, um den Schwerpunkt des Körpers den hinteren Gliedmassen mehr zu nähern. Daher der Hals der Vögel ganz allgemein eine grössere Länge (Fig. 343) erhalten musste, als er bei den anderen Wirbelthieren besitzt.

aa) Wirbelsäule.

Die Zahl ihrer beweglichen Abtheilungen ist geringer, als bei den Säugethieren. Beweglich sind eigentlich nur der Hals- und Schwanztheil; was dazwischen liegt, ist beinahe unbeweglich. Da einestheils der Thorax weiter nach hinten gerückt ist, und anderntheils die Darmbeine des Beckens weiter nach vorn reichen, fällt der Lendentheil der Wirbelsäule bei den Vögeln insoferne ganz aus, als derselbe fast ganz in den beckentragenden Theil aufging, der hier sehr viel länger ist und aus mehr Wirbeln, als bei den Säugethieren, besteht (Fig. 344).

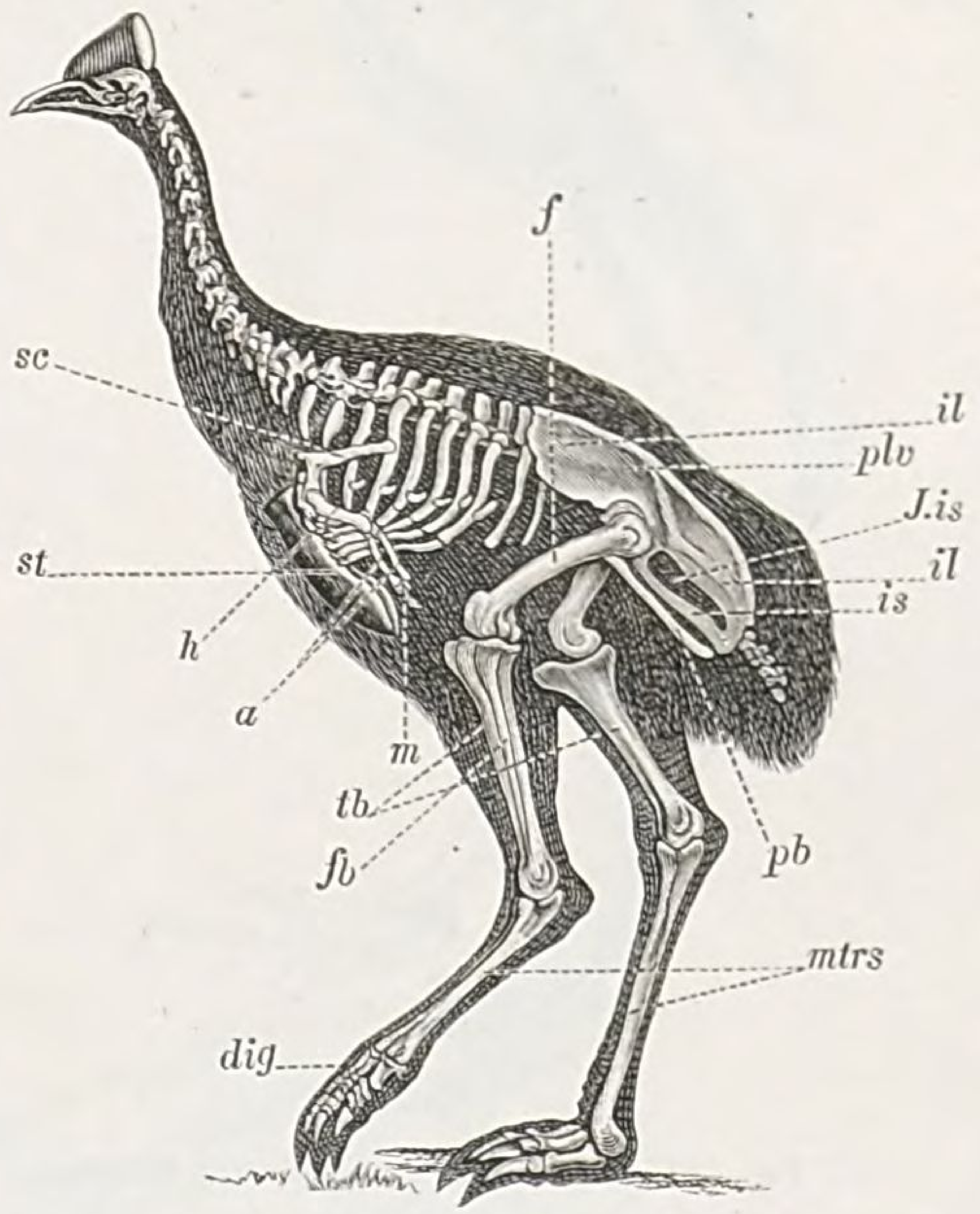


Fig. 344. Skelet vom indischen Casuar (*Casuarius galeatus*). Nach E. d'Alton. *cr* Knochenkamm auf der Stirn. *cv* Halstheil der Wirbelsäule. *d* Rückentheil (*Pars dorsalis*) derselben. *caud* Caudaltheil. *c* Sechs wahre Rippen (*Costae verae*). *c'* Drei vordere falsche Rippen. *c''* Zwei hintere falsche Rippen. *st* Brustbein (*Sternum*). *sc* Scapula. *h* Humerus. *a* Antibrachium. *m* Hand (*Manus*). *plv* Becken (*Pelvis*). *il* Darmbein (*Os ileum*). *is* Sitzbein (*Os ischii*). *pb* Os pubis. *J.is* Incisura ischiadica. *f* Os femoris. *tb* Tibia. *fb* Fibula. *t-mtrs* Tarso-metatarsus aus einem Knochen bestehend. *dig* Zehen (3 an der Zahl).

Die Frage, ob die Vögel Lendenwirbel besässen, war schon oft der Gegenstand lebhafter Erörterungen. Manche (Merrem, Cuvier, Blumenbach, Carus) sprachen ihnen solche gänzlich ab, während Andere (Coiter, Vicq-d'Azyr, Tiedemann, Meckel u. A.) ihre Anwesenheit behaupteten.

Diese Discussion war indess insoweit eine unfruchtbare, als sie grösstentheils auf Missverständniss beruhte, indem die Einen bei der Behauptung des Mangels der Lendenwirbel den Mangel eines freien Lendenabschnitts der Wirbelsäule im Auge hatten, wie ihn die Säugethiere zwischen Thorax und Becken besitzen, — während die Andern, welche die Anwesenheit der Lendenwirbel vertheidigten, nicht einen freien Lendentheil der Wirbelsäule damit meinten, sondern den vorderen von den Lendenwirbeln stammenden Theil des Kreuzbeins.

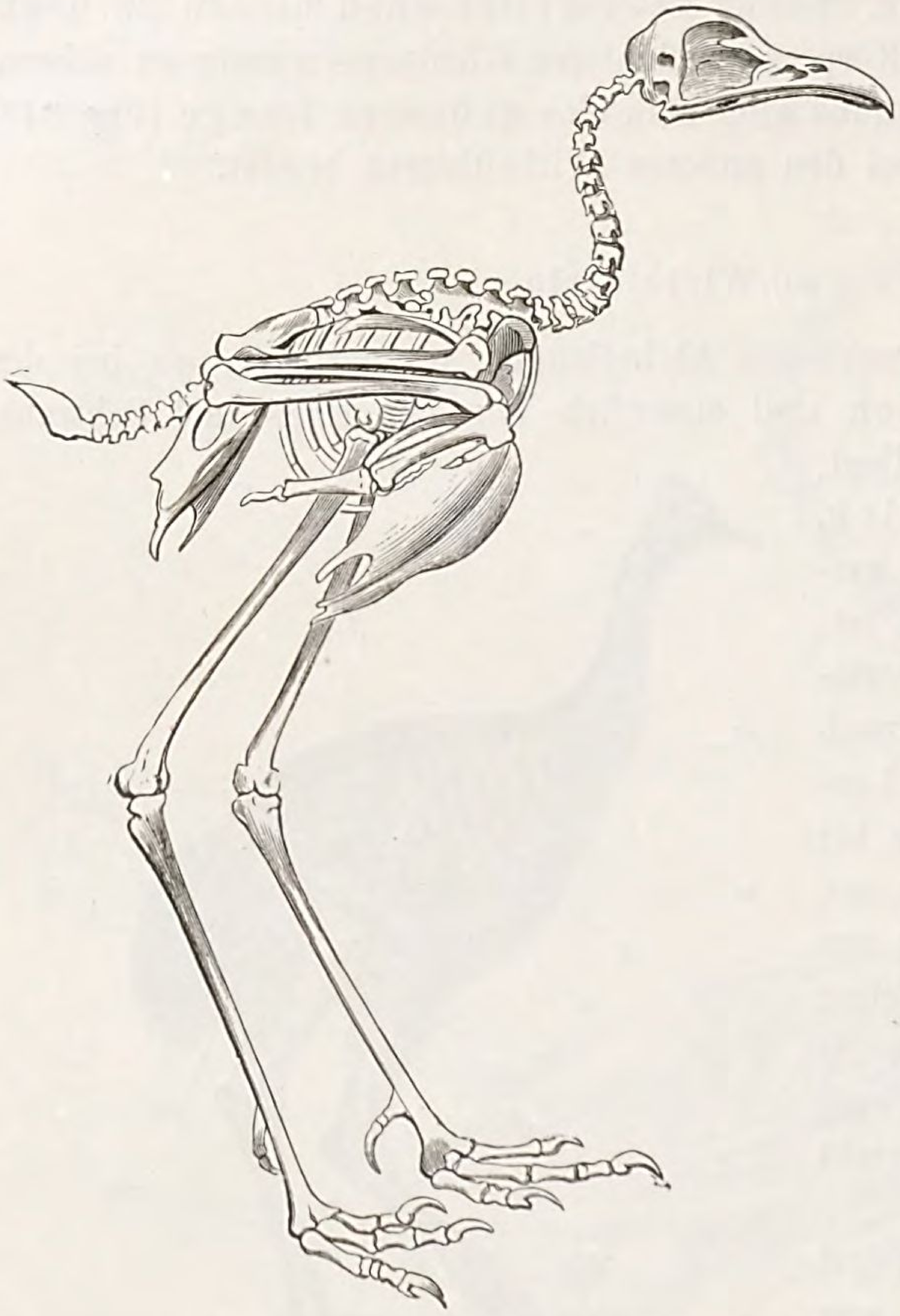


Fig. 345. Skelet vom Cariama (*Dicholophus*).

Der Halstheil zeigt, gegenüber dem der Säugethiere, den wesentlichen Unterschied, dass die Zahl seiner Wirbel, nach der Verschiedenheit der Länge des Halses, eine sehr wechselnde, aber stets grössere ist, als bei den Säugethieren. Die geringste Zahl seiner Wirbel ist elf bis zwölf; die grösste 23—24, welche beim Schwan (Fig. 346) sich findet.

Diese Eigenthümlichkeit hat ihren Grund wohl darin, dass der Thorax 1) an sich kürzer ist, als bei den Säugethieren (denn die höchste Zahl seiner Rippen ist elf), und 2) derselbe, um den Schwerpunkt des Rumpfes mehr den hinteren Gliedmassen zu nähern, weiter nach hinten verlegt wurde. Daraus wird es verständlich, dass, während Cygnus olor, dessen Thorax elf Rippen besitzt, 23 Halswirbel hat, bei C. canorus, der 24 Halswirbel hat, nur zehn Rippen sich vorfinden.

Sonst ist aber auch hier die Länge des Halses von der Höhe der Beine wieder mehr oder weniger abhängig. Je höher diese sind, um so länger ist jener, wie der Strauss, Storch, Reiher u. a. Beispiele dafür abgeben.

Bei Schwimmvögeln, wo die Länge der Beine nicht mehr das Maass für die Halslänge abgeben kann, findet sich ein sehr langer Hals oft auch bei kurzen Beinen (Schwan [Fig. 343]). Umgekehrt kann aber auch ein kurzer Hals bei langen Beinen vorkommen, wenn das Thier unter Verhältnissen seine Nahrung dargeboten bekommt, wo sie seinem Schnabel näher sich befindet als die Fläche, worauf seine Füsse stehen, wie z. B. beim Cariama

(*Dicholophus* [Fig. 345]), einem Vogel, welcher selten fliegt und von Schlangen, Eidechsen und dergl. an trockenen, felsigen Bergwänden lebt. Auch der Stelzengeier oder Secretair, der eine dem vorigen ähnliche Lebensweise führt, gehört hierher. Es erinnern diese sehr an den kurzen Hals des hochbeinigen Elenhirsches, der seine Nahrung unter ganz verwandten Verhältnissen gewinnt.

Der Hals der Vögel beschreibt eine Sförmige Krümmung (Fig. 346), um bei seiner ansehnlichen Länge das Tragen des an sich leichten Kopfes, sowie die Wirkung der Halsmuskeln zu erleichtern.



Fig. 346. Skelet vom weissen Schwan (*Cygnus olor*).

Die Dornfortsätze sind bei den Vögeln wegen der grossen Beweglichkeit des Halses im Allgemeinen nicht sonderlich ausgebildet. An der oberen

Halskrümmung, welche nach hinten convex ist, sind sie noch am bemerkbarsten, während sie an der unteren Halskrümmung, die rückwärts ihre Concavität richtet, kaum angedeutet sind. Wenn nun hierin die Halswirbel der Vögel schon sich von denen der Säugethiere unterscheiden, so weichen sie noch mehr von letzteren dadurch ab, dass sie auch meistens noch vordere Dornfortsätze tragen, entweder um einen Kanal oder eine Rinne zu bilden, worin die beiden oder auch nur eine Carotis emporsteigt.

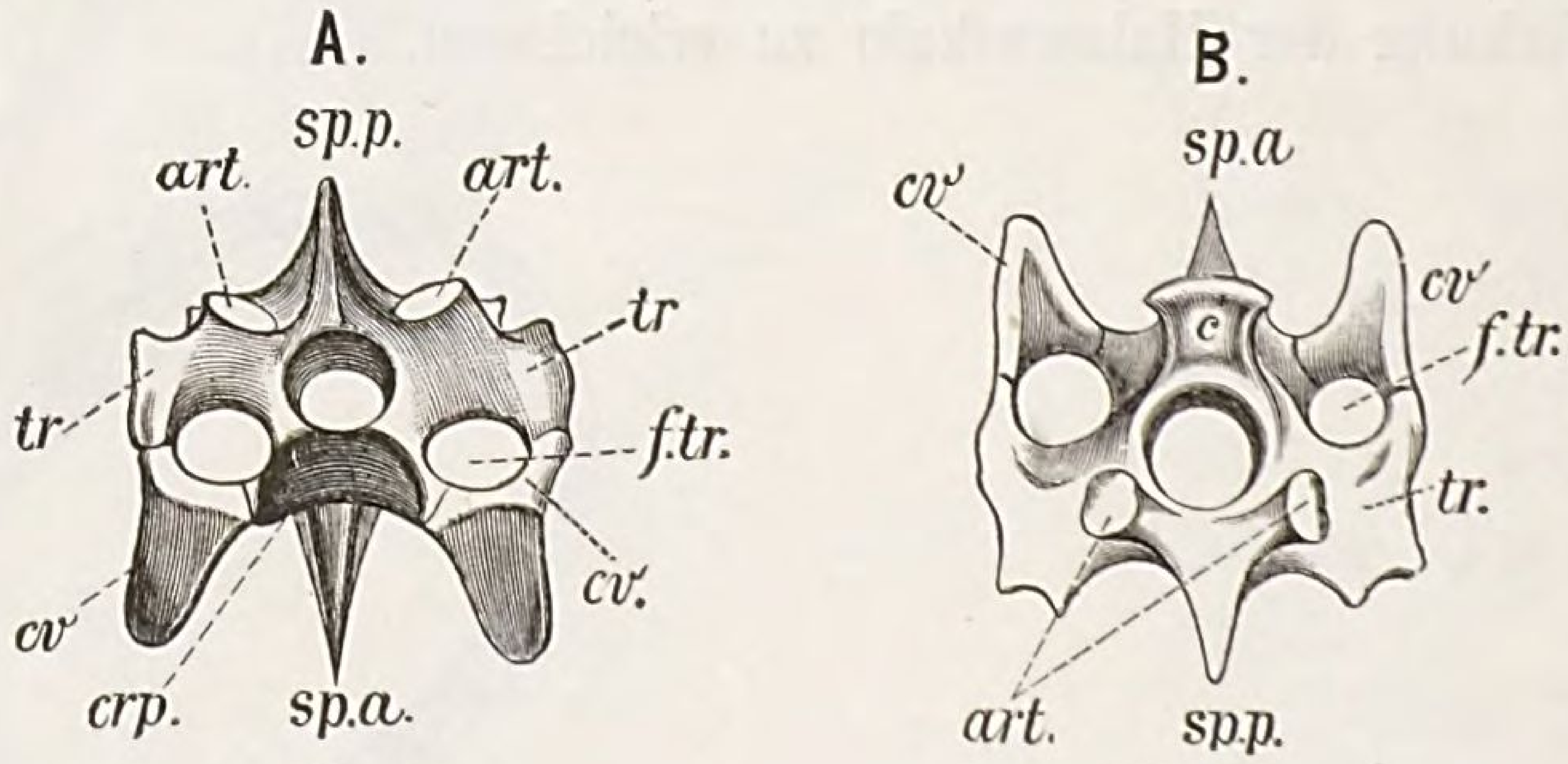


Fig. A. Fig. B.

Fig. 347. A. Halswirbel eines grossen Vogels (von oben). *crp* Sattelförmig ausgehöhlte obere Fläche des Wirbelkörpers. *sp.a* Vorderer Dornfortsatz. *sp.p* Hinterer Dornfortsatz. *art* Gelenkfortsätze. *tr* Querfortsätze. *cv* Halbrippen, mit den vorigen verwachsen und das Foramen transversarium (*f.tr*) bildend. **B.** Derselbe von unten. *c* Unterersattelförmiger Gelenkkopf des Wirbelkörpers. Die übrige Bezeichnung ist die gleiche wie A.

Die Querfortsätze tragen, wie bei den Säugethieren, rudimentäre, mit ihnen jedoch verwachsene Rippen (Halsrippen [Fig. 347]) zum Behufe der Bildung des Foramen transversarium für die Arteria vertebralis und den Nervus sympathicus, welches demnach ziemlich allgemein bei den Vögeln sich vorfindet. Mehrere der dem Thorax zunächst liegenden Wirbel tragen z. B. bei dem Casuar (Fig. 344) u. a. beweglich aufsitzende, verkümmerte Rippen, welche aber eigentlich schon Brustrippen sind, die nur das Brustbein, da der Thorax der Vögel weiter nach hinten verlegt ist, nicht erreichen, wodurch sie sehr an den ähnlichen Fall beim Faulthier erinnern.

Die Verbindungsweise der beiden ersten Halswirbel mit dem Kopfe ist bei den Vögeln von der bei den Säugethieren vorkommenden darin verschieden, dass die Drehbewegungen des Kopfes nicht, wie bei letzteren, durch besondere Drehgelenke zwischen Atlas und Epistropheus vermittelt werden, sondern mit den Beuge- und Streckbewegungen des Kopfes in ein gemeinsames Kugelgelenk zwischen Kopf und Atlas gelegt sind. Daher sind auch die, bei den Säugethieren, wie beim Menschen, getrennten Gelenkfortsätze des Kopfes hier zu einem unpaaren kugeligen Gelenkkopf (Fig. 348 *cd*) zusammengetreten und hat der Atlas (Fig. 349 A), der von sehr viel geringerer Grösse, als die anderen Halswirbel ist, wesentliche Abänderung seiner Gestalt erfahren. So besitzt derselbe namentlich an der Stelle

des vorderen Bogens einen, wenn auch noch unvollkommnen Körper, welcher nach oben eine kugelige Gelenkpfanne für den Gelenkkopf des

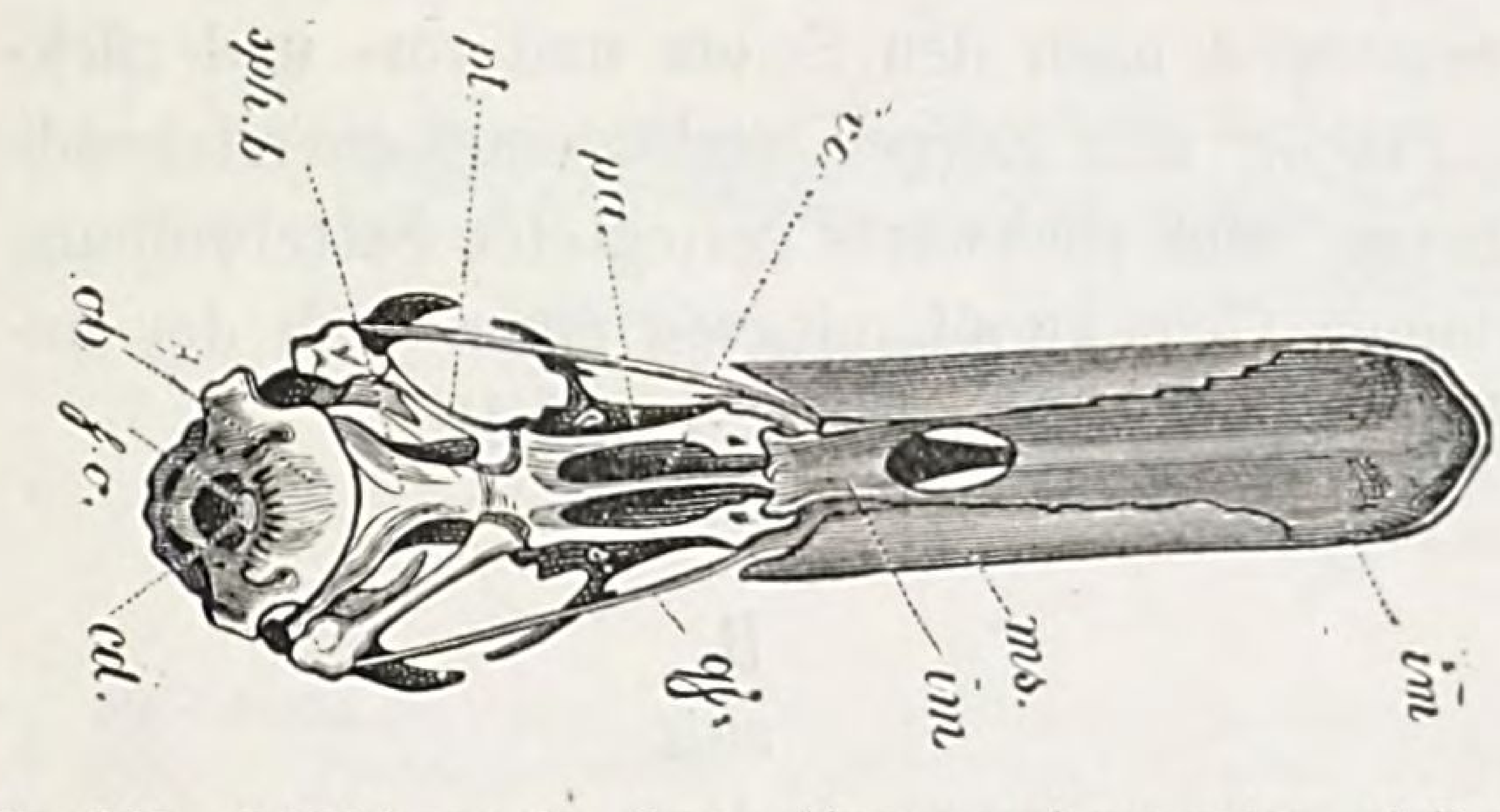


Fig. 348. Schädel von der Gans (*Anas anser*) von unten. *ob* Basilartheil des Hinterhauptbeins. *fo* Foramen occipitale. *cd* Kugeliger Gelenkkopf. *sph.b* Basilartheil des Keilbeins. *pt* Flügelbein (*Os pterygoideum*). *pa* Os palatinum. *vo* Vomer. *qj* Os quadratojugale. *ms* Os maxillare superius. *im* Zwischenkieferbein, dessen hinteres Ende mit dem der anderen Seite sich verbindet, dadurch die sonst bestehende knöcherne Gaumenspalte in die hintenliegenden Choanae und das vornliegende Foramen incisivum trennt.

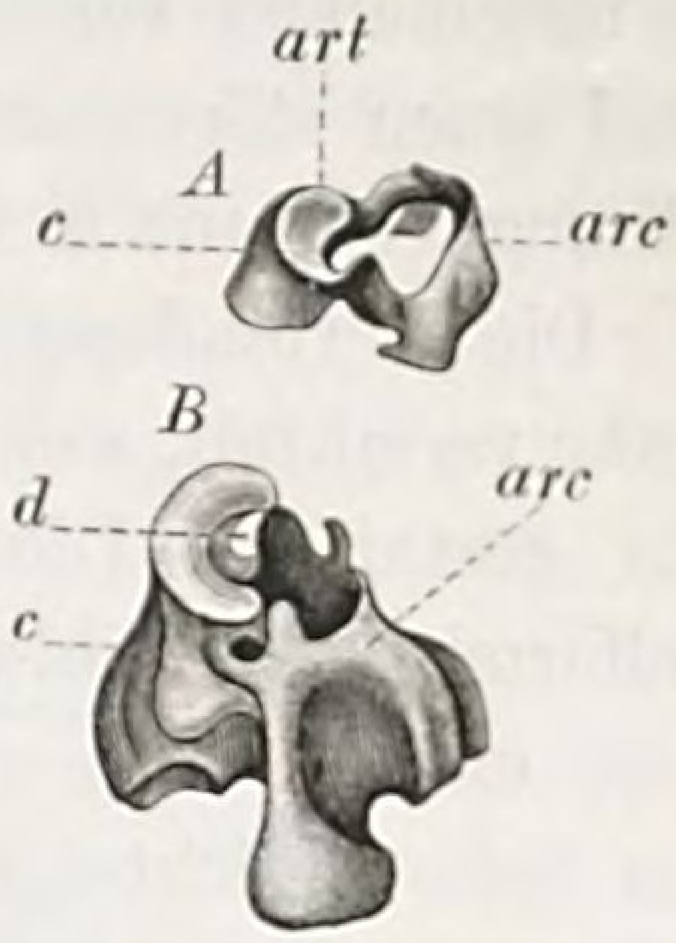


Fig. 349. Die zwei obersten Halswirbel vom Neuholländischen Casuar (*Casuarius novae Holland.*). A. Atlas. *c* Körper desselben. *art* Kugelförmige Gelenkaushöhlung zur Aufnahme des kugeligen Gelenkkopfes des Hinterhauptbeins. Dahinter ein kleiner Ausschnitt, in den der verkümmerte Processus odontoideus des zweiten Halswirbels sich einlegt. *arc* Hinterer Bogen des Atlas. B. Zweiter Halswirbel (*Epistropheus*). *c* Körper desselben. *d* Der verkümmerte Zahnfortsatz. *arc* Bogen (*Arcus*) des Wirbels.

Hinterhauptes, nach unten eine mehr ebene Verbindungsfläche trägt, die mit dem Körper des zweiten Halswirbels sich verbindet. Nur der nach dem Wirbelkanal sehende hintere Theil dieses Körpers ist noch etwas defect, in Folge dessen die kugelige Gelenkpfanne von hintenher einen Einschnitt hat, der aber durch den Processus odontoideus des zweiten Halswirbels so geschlossen wird, dass der Gelenkkopf des Kopfes ebensowohl auf dem Körper des Atlas, als auf dem oberen Ende des Zahnfortsatzes des Epistropheus ruht.

Der zweite Halswirbel (Fig. 349 B) ist weniger abweichend gestaltet, ist vielmehr den anderen Halswirbeln dadurch noch ähnlicher, als bei den Säugethieren, dass er eine obere Verbindungsfläche hat. Doch trägt diese auch noch nach hinten einen, wenn schon kleinen, Zahnfortsatz (Fig. 349 B *d*).

Die Verlegung aller Bewegung des Kopfes in ein gemeinsames Gelenk war bei der geringen Schwere desselben und der sehr viel geringeren Kraft, womit seine Bewegungen ausgeführt zu werden pflegen, wohl hier zulässig, während bei den Säugethieren, die mit meistens mehr belastetem Kopfe oft die bedeutendsten, kraftvollsten Bewegungen ausführen, ein solches gemeinsames Gelenk die nöthige Stärke und Festigkeit nicht gewährt haben würde.

Da die Drehbewegungen des Kopfes nicht mehr durch Drehung des Atlas um den Zahn des zweiten Halswirbels zu Stande kommen, so ist es auch verständlich, dass die beiden ersten Halswirbel in einzelnen Fällen

ganz miteinander verwachsen können, ohne dass dies auf die Kopfbewegungen irgend einen störenden Einfluss übt, wie Buceros, bei welchem diese Verwachsung constant sich findet, ein Beispiel hierfür abgibt.

Die Verbindung der Körper der übrigen Halswirbel ist durch Sattelgelenke vermittelt, welche Bewegungen nach den Seiten und vor- und rückwärts gestatten. Die obere Fläche der Körper stellt eine querstehende sattelförmige Aushöhlung mit vor- und rückwärts gerichteter Sattelwölbung — die untere einen sattelförmigen Gelenkkopf mit von einer nach der anderen Seite gerichteter Sattelwölbung dar (Fig. 350 A und B).

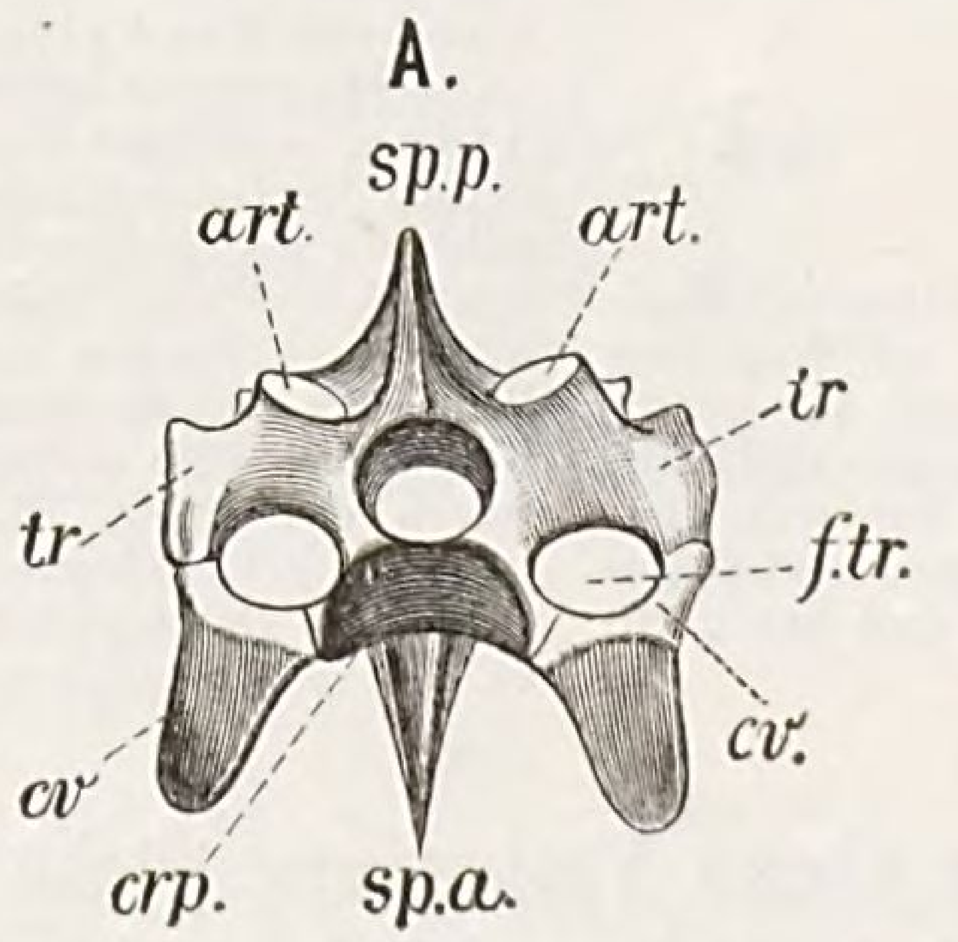


Fig. A.

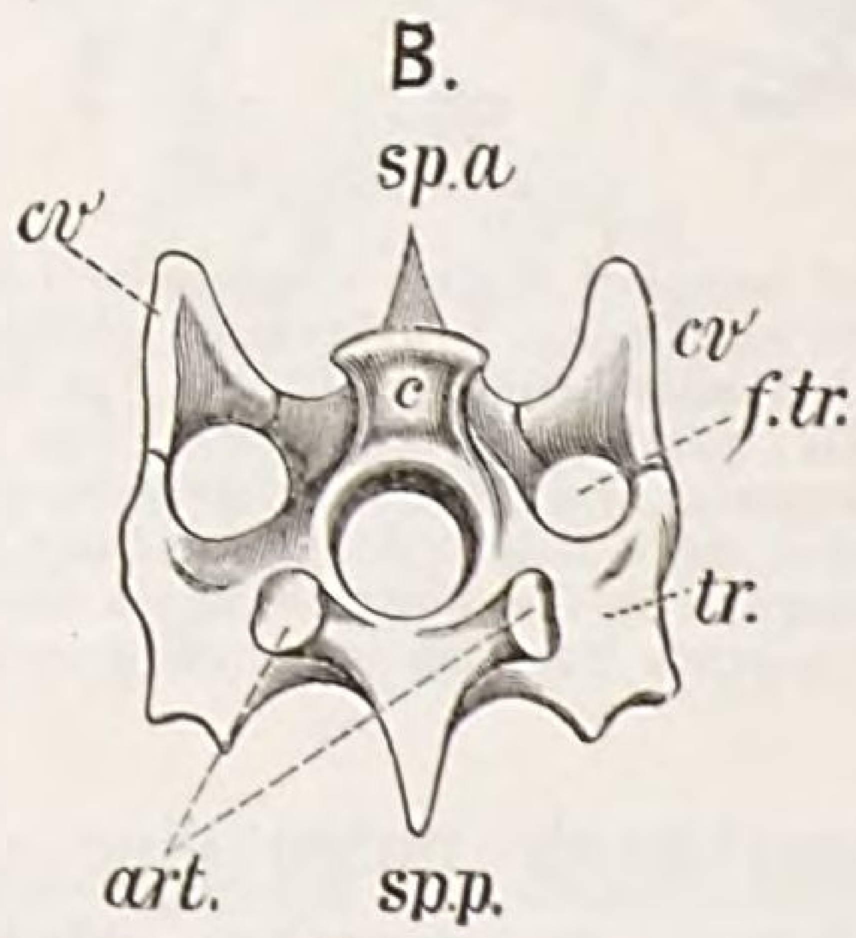


Fig. B.

Fig. 350. A. Halswirbel eines grossen Vogels (von oben). *crp* Sattelförmig ausgehöhlte obere Fläche des Wirbelkörpers. *sp.a* Vorderer Dornfortsatz. *sp.p* Hinterer Dornfortsatz. *art* Gelenkfortsätze. *tr* Querfortsätze. *cv* Halbrippen, mit den vorigen verwachsen und das Foramen transversarium (*f.tr*) bildend. **B.** Derselbe von unten. *c* Unterer sattelförmiger Gelenkkopf des Wirbelkörpers. Die übrige Bezeichnung ist die gleiche wie **A.**

Der brust- oder rippentragende Theil wird von 6—11 Wirbeln gebildet und ist entweder nur sehr wenig beweglich, oder durch theilweise Verwachsung seiner Wirbel ganz starr. Daher auch seine Muskulatur verkümmert ist und vorzugsweise solche Muskeln trägt, welche zu Nachbartheilen (Hals, Schwanz, Rippen, Gliedmassen) gehen.

Die Körper der vorderen und mittleren Brustwirbel tragen bei den meisten Vögeln sog. vordere Dornfortsätze, die bei manchen an ihrem Ende Tförmig in zwei rechtwinklich abgehende Plättchen sich theilen. Sie bilden einen Knochenkamm, der dem Musculus longus colli zum Ursprunge dient.

Besonders stark entwickelt sind diese vorderen Dornfortsätze bei den Schwimm- und Tauchervögeln. Minder gross und am Ende ungetheilt sind sie bei den Hühnervögeln; noch schwächer und kleiner findet man sie bei den Sumpfvögeln, den Brevipennen, den Raub-, Sing- und Klettervögeln.

Der beckentragende Theil (*Pars pelvina s. lumbosacralis*) besteht aus den, dem Lendentheil der Säugethiere entsprechenden Wirbeln und dem bei diesen als Kreuzbein unterschiedenen Abschnitte der Wirbelsäule. Daher die Zahl seiner Wirbel sehr viel grösser, als bei den Säugethieren

ist, und 9—20 tragen kann (Fig. 351). Die dem Lendentheile der letzteren entsprechenden vorderen Wirbel sind indess eben so sehr unter sich und mit den Seitenknochen des Beckens innig verwachsen, als die das eigentliche Kreuzbein bildenden Wirbel es zu sein pflegen.

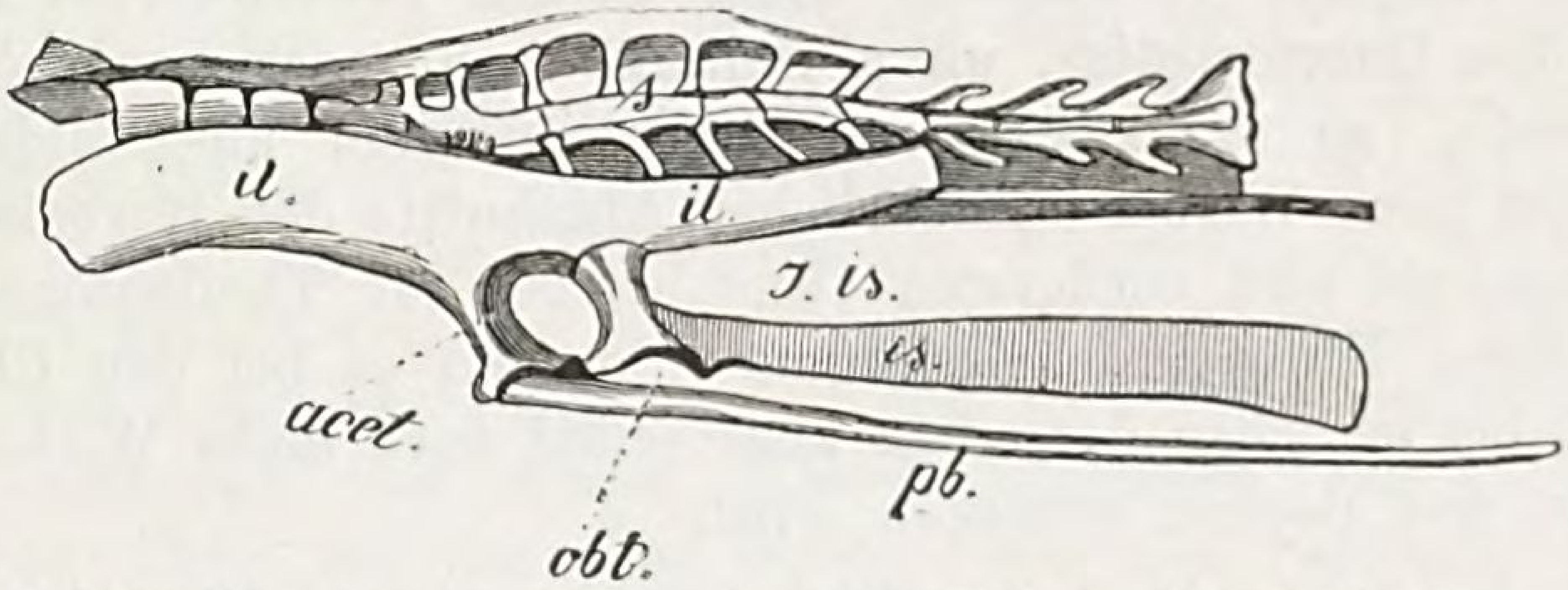


Fig. 351. Skelet des Vogelbeckens. *s* Kreuz- oder Beckentheil der Wirbelsäule (*Os sacrum*). *il* Darmbein (*Os ilium*). *is* Sitzbein (*Os ischii*). *pb* Schoosbein (*Os pubis*). *J.is* Incisura ischiadica. *obt* Foramen obturatorium. *acet* Acetabulum.

Kein anderer Abschnitt der Wirbelsäule zeigt bei den Wirbelthieren so grosse Verschiedenheit, als der beckentragende oder das sog. Kreuzbein. Während bei den nackten Amphibien nur ein Wirbel, bei den beschuppten dagegen ganz allgemein zwei es sind, welche die Träger des Beckens abgeben, ist es bei den höheren Wirbelthieren (Vögeln, Säugethieren), sowie beim Menschen meistens eine grössere Zahl, welche zu dieser Dienstleistung in innigere Vereinigung mit einander und mit dem Becken treten. Während beim Menschen das Os sacrum aus 5 und bei den Säugethieren aus 2—8 Wirbeln zusammengesetzt wird, vereinigen sich bei den Vögeln 8—24 Wirbel (Meckel), um den beckentragenden Theil der Wirbelsäule herzustellen.

Diese Verschiedenheiten werden vorzüglich durch die grössere mechanische Leistung bedingt, welche diesem Abschnitt der Wirbelsäule beim Menschen, bei den Säugethieren und namentlich bei den Vögeln zugewiesen wurde. Dass bei Letzteren indess derselbe eine mächtigere Entfaltung erhielt, als bei Säugethieren und dem Menschen, bei welchem doch die Anforderung an die Tragkraft des Beckens gegenüber der auf ihm ruhenden Körperlast, — und an die Widerstandsleistung gegenüber den die Gliedmassen bewegenden Muskeln — eine viel grössere ist, als bei den Vögeln, — hat seinen Grund wohl hauptsächlich darin, dass das Becken der Letzteren durch Verlust seines ventralen Schlusses *(Symphysis oss. pubis)* das Maass von Stärke und Widerstandsleistungsfähigkeit, welches es diesem Schlusse verdankte, dadurch ergänzen musste, dass erstlich die prae- und postsacralen Abschnitte der Wirbelsäule in grösserer Ausdehnung beigezogen und dem Becken dienstbar gemacht wurden, und zweitens alle Glieder dieses so bedeutend vergrösserten Beckenabschnittes der Wirbelsäule nicht allein unter sich, sondern auch mit den beiden Seitenhälften des Beckens näher verschmolzen.

Die Anordnung, wie sie die Verbindung des Beckens mit der Wirbelsäule bei den Amphibien, namentlich bei den beschuppten, darbietet, kann man als die primitive und typische betrachten, von welcher die bei höheren Thieren abzuleiten ist, bei denen durch Anpassung an grössere, geforderte mechanische Leistung sie mehr oder weniger Modificationen erfuhr.

Man kann es als Regel gelten lassen, dass bei nackten Amphibien ein Wirbel, bei den beschuppten dagegen zwei mit ihren Querfortsätzen die Träger des Beckens abgeben, welche man als Becken- oder Sacralwirbel von den übrigen vor und hinter ihnen liegenden Lumbal- und Caudalwirbeln unterscheiden kann. Wo die Anforderung an die mechanische Leistung sich steigert, verwachsen diese beiden Beckenwirbel mit einander und werden ihre Querfortsätze, unter Beihülfe mehr oder weniger entwickelter Rippenrudimente, zu tragkräftigeren Knochentheilen ausgebildet (Krokodil) oder es werden noch Wirbel nachbarlicher Abschnitte der Wirbelsäule, wie die hintersten Lumbal- und vordersten Caudalwirbel zur Theilnahme am Tragen der beiderseitigen Hüftbeine beigezogen. So sind es bei den Cheloniern allgemein drei, bei manchen derselben aber selbst noch mehr Wirbel, von deren Querfortsätzen das Becken getragen wird.

Besteht der Beckentheil der Wirbelsäule aus drei Wirbeln, so pflegt zu den 2 typischen Sacralwirbeln noch der erste Caudalwirbel beigezogen zu sein. Wird aber die Zahl grösser, so können, ausser den vorderen Caudalwirbeln, auch der hintere, oder die beiden hinteren Lumbalwirbel noch an der Verbindung mit dem Becken sich betheiligen.

Bei den Vögeln gelangt der Beckentheil der Wirbelsäule unter allen Wirbelthieren zur grössten Ausbildung. Ausser den beiden typischen Sacralwirbeln sind es, wegen der ansehnlichen Länge der Hüftbeine, nicht allein eine grössere Anzahl Caudalwirbel, die, mit jenen verwachsend, diese mittragen helfen, sondern auch sämmtliche Lumbal- und der letzte oder die zwei letzten rippentragenden Dorsalwirbel sind zu Trägern des Beckens umgewandelt.

Ungeachtet der innigen Verwachsung aller dieser Wirbel, sowohl untereinander, als auch mit dem Hüftbeine, bleiben zwischen denselben doch die beiden ursprünglichen Sacralwirbel mehr oder weniger noch erkennbar. Sie liegen zwischen den beiderseitigen Acetabula; ihre Querfortsätze sind etwas länger und schlanker als die andern, stehen näher beisammen und begrenzen von hinten beiderseits eine, zwischen den Wirbelkörpern und dem Acetabular-Abschnitte des Hüftbeins liegende Grube, die dadurch zu Stande kommt, dass den 3—5 hintersten praesacralen (ursprünglich lumbalen) Wirbeln die unteren Schenkel, die den weiter vorn gelegenen Wirbeln zukommen, mangeln.

Da man bei den Säugethieren und besonders beim Menschen den ganzen Beckenabschnitt der Wirbelsäule, soweit die ihn bildenden Wirbel zu einem Knochen verwachsen sind, Kreuzbein zu nennen pflegt, so wird auch bei den Vögeln der ganze beckentragende Abschnitt gewöhnlich mit diesem Namen belegt, was natürlich bezüglich der Homologie der Beckentheile Missverständnisse und Verwirrung veranlassen musste, da er nur zu einem Theil dem Beckentheil der Säugethiere homolog ist, zum andern dagegen dem Lenden- und hintersten Ende des Dorsaltheils entspricht.

Bei den Säugethieren ist die Abweichung von der Anordnung bei den Amphibien minder weit gehend, als bei den Vögeln, indem das Becken entweder, wie bei den Amphibien, allein von den beiden typischen Sacralwirbeln getragen wird, oder nur wenige Nachbarwirbel (vorderer Caudal- und

hinterster Lumbalwirbel) zu dieser Dienstleistung noch zu Hülfe genommen werden. Wegen der grossen mechanischen Leistung, welche diesem Abschnitt des Rückgrates hier obliegt, sind die ihn bildenden Knochentheile massiger entwickelt und bei den ausgewachsenen Thieren stets zu einem Knochen — dem sog. Kreuzbein — mit einander verwachsen.

Bei den meisten Säugethieren, besonders bei den langschwänzigen, wird der Beckengürtel von zwei, höchstens drei Wirbeln getragen. Wenn 3 Wirbel das Kreuzbein bilden, ist der hinterste den Caudalwirbeln entlehnt. Bei den ungeschwänzten Thieren, namentlich den ungeschwänzten Affen, aber auch bei den kurzschwänzigen Einhufern, Wiederkäuern, Pachydermen u. a. steigt die Zahl der Wirbel des Kreuzbeins auf 4—5, selten höher. Ueberall bilden die zwei typischen Beckenwirbel den vordersten massigsten Theil des Kreuzbeins, während die hinter diesen folgenden, welche den hinteren schmächtigeren Theil des Sacrums bilden, von den vorderen Caudalwirbeln entnommen sind. Nur ausnahmsweise betheiligt sich auch noch der hinterste Lumbalwirbel an der Bildung des Beckens, wie bei einigen Affen *(Ateles, Chimpanse)*, beim Wombat u. A. es beobachtet wird. Bei Letzterem ist die Theilnahme der Caudalwirbel am bedeutendsten, indem 5 derselben an der Verlängerung des Kreuzbeins betheiligt sind.

Die zwei ursprünglichen Beckenwirbel sind stets die eigentlichen Träger der Darmbeine; oft ist es nur der vorderste davon allein (Pferd, Moschus javanicus u. A.) Nur beim Elephanten, dessen Sacrum auch aus 5 Wirbeln gebildet ist, verbindet sich dieses mit der ganzen Länge seines Seitenrandes mit dem Darmbein, obschon die beiden vordersten Wirbel doch dabei die Hauptträger bleiben. Beim Wombat endlich ist die Verbindung des aus acht (nämlich 1 Lumbal-, 2 Sacral- und 5 Caudal-) Wirbeln gebildeten Kreuzbeins auch auf das Sitzbein ausgedehnt.

Wo Verwachsung mit den Hüftbeinen eintritt, wie bei denjenigen Thieren, deren Becken den ventralen Schluss durch die Symphysis oss. pubis verloren haben (Chiropteren, Myrmecophaga, Bradypus, Talpa u. A.), wird die Verbindung der ganzen Länge des Kreuzbeins mit dem Becken zur Regel und dadurch diesem mehr Vogelähnlichkeit verliehen.

(Zu vergleichen sind noch bezüglich des geschilderten Verhaltens des Beckentheils der Wirbelsäule bei Vögeln: Meckel, System der vergl. Anat. B. II, Abth. 2, S. 3; Barkow, Syndesmologie der Vögel, Breslau 1856; Gegenbaur, zur Kenntniss des Beckens der Vögel, — Jenaisch. Zeitschrift B. VI.)

Der Schwanztheil ist der kürzeste Abschnitt der Wirbelsäule und besteht meistens nur aus 5—9 Wirbeln, von denen der letzte meistens durch seine Grösse und pflugscharähnliche platte Gestalt (Fig. 343) sich auszeichnet und da vorzüglich entwickelt zu sein pflegt, wo der Schwanz eine grosse Federlast zu tragen oder sonst Kraftbewegungen (z. B. auf den Schwanz sich stützen, wie bei den Spechten) auszuführen hat.

bb) Von den Rippen der Vögel.

Sie zerfallen, wie bei den Säugethieren, in wahre, welche mit dem Brustbein in Verbindung treten, und falsche, die dasselbe nicht erreichen.

Die Zahl der Rippen ist auch verschieden, aber immer kleiner, als bei den Säugethieren, und wechselt zwischen 6—11. Letztere Zahl findet sich beim Schwan (Fig. 343) und Casuar (Fig. 344).

Die vorderste Rippe ist bei den Vögeln immer eine falsche; bisweilen sind es auch die zweite und dritte. Auch die hinterste Rippe ist meistens eine falsche; bisweilen gilt dies auch von den zwei bis drei letzten Rippen (Casuar, Strauss, Rhea). Die hinterste oder auch die zwei letzten Rippen pflegen vom Darmbeine überlagert zu sein.

Statt der Rippenknorpel haben die Vögel Sternalrippen (*Costae sternales s. Ossa sterno-costalia*), welche mit den Vertebralrippen beweglich und in einem vorwärts offenen Winkel verbunden sind (Fig. 352). In gleicher Weise gehen auch die Sternalstücke der wahren Rippen mit dem Brustbein Gelenk-Verbindungen ein. Die Vertebralstücke der fünf bis sechs vorderen Rippen tragen ausserdem noch kurze, platte, rückwärts auf die nächstfolgende Rippe sich legende Fortsätze — die Rippenhaken (*Processus uncinati*) — (Fig. 352 *unc*), welche die Verschiebungen der Rippen bei den Respirations-Bewegungen reguliren. Die Rippen werden nämlich nur vor- und rückwärts bewegt, so dass sich der von den Vertebral- und Sternalstücken gebildete Winkel im ersteren Falle erweitert und das Brustbein gehoben, im anderen hingegen verkleinert und letzteres gesenkt wird. Zahlreich und weit rückwärts laufend sind die Rippen bei den Schwimmvögeln, namentlich den Tauchern (z. B. Uria troile u. a.); daher bei diesen der von beiden Rippenstücken gebildete Winkel weit nach hinten verlegt und sehr spitz ist und die Sternalrippen sehr lang sind.

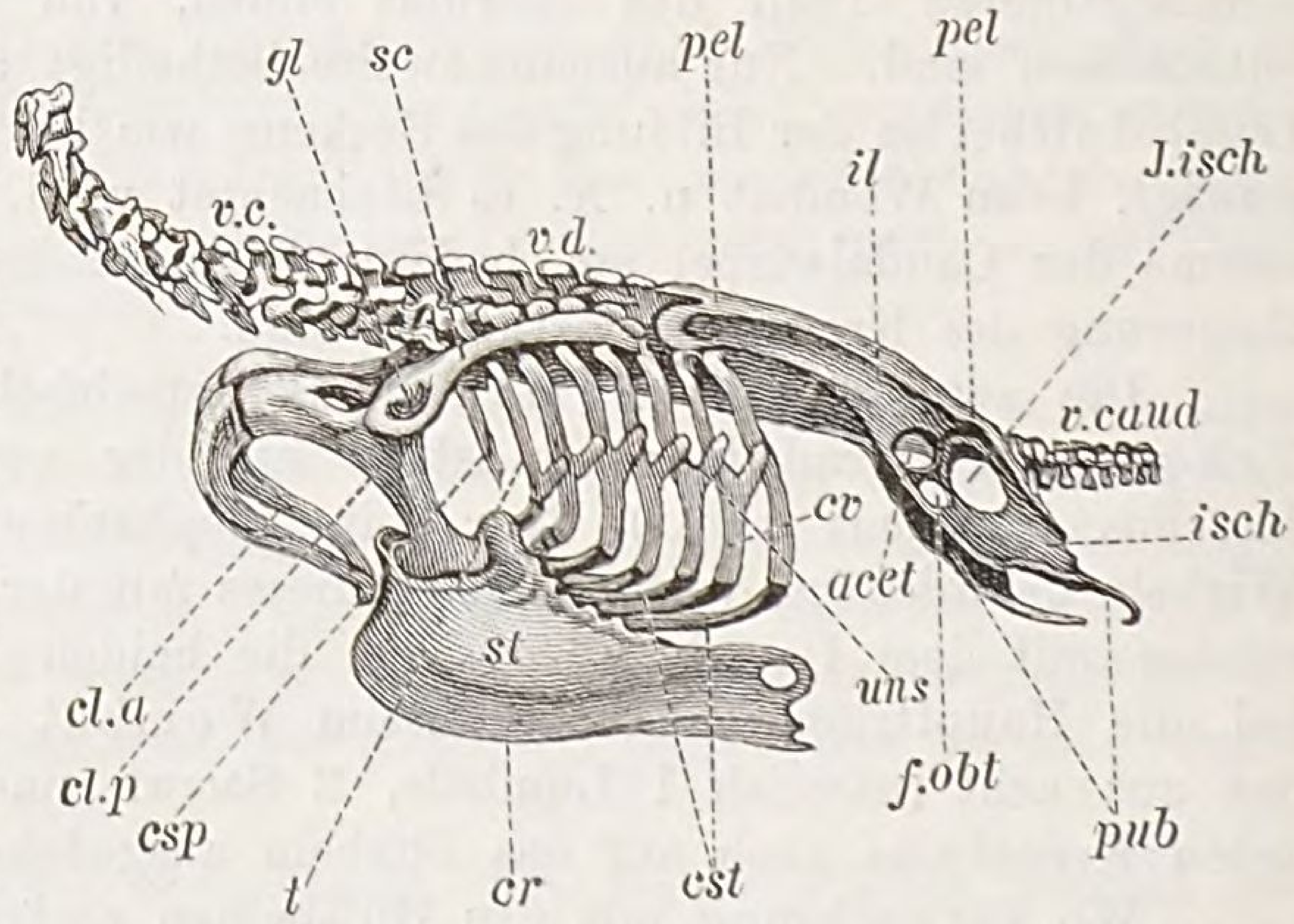


Fig. 352. Rumpfskelet vom Falco fulvus. *vc* Halswirbel. *vd* Dorsalwirbel. *pel* Pelvis. *il* Os ilium. *isch* Os ischii. *pub* Os pubis. *acet* Acetabulum. *f.obt* Foram obturat. *J.isch* Incisura ischiadica. *v.caud* Caudalwirbel. *sc* Scapula. *cl.a* Clav. ant. *clp* Clav. posterior. *gl* Gelenkpfanne für den Humerus. *st* Sternum. *cr* Crista sterni. *csp* Costa spuria. *t* die zweite Rippe, eine Costa vera. *cv* Dorsalrippen. *cst* Sternalrippen. *unc* (anstatt *uns*) Processus uncinati.

cc) Brustbein der Vögel.

Es ist ein sehr breiter, platter Knochen und deckt, wie ein Panzer, die Eingeweide des vorderen Theils der Rumpfhöhle (namentlich Herz und Lungen (Fig. 352). In seiner Mitte trägt es einen meistens sehr hohen Knochenkamm (*Crista sterni*), dessen Grösse und Ausbildung mit der Stärke der Brustmuskulatur in geradem Verhältnisse steht. Daher derselbe

kleiner wird, wo diese schwächer ist, und bei den nicht fliegenden Vögeln (Straussen [Fig. 354], Casuaren u. a.) ganz fehlt.

Der hintere Theil des Brustbeins ist oft von einem Paar runder Löcher (*Foramina obturatoria*) durchbrochen, welche durch eine Membran verschlossen werden (Fig. 353 *obt* und Fig. 355 *obt*).

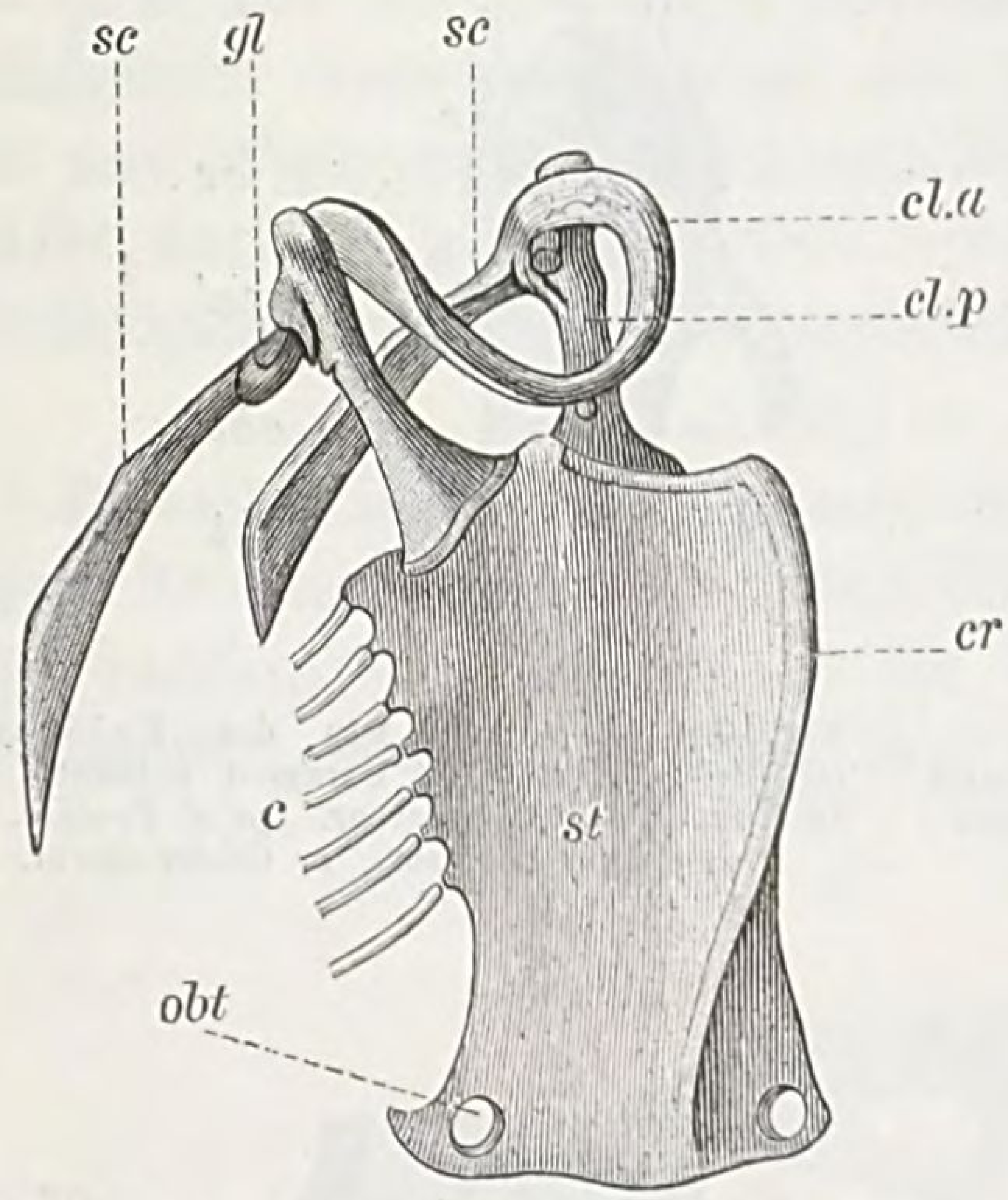


Fig. 353. Brustbein und Schultergürtel von Falco ossifragus. *sc* Scapula. *cl.a* Gabelknochen (*Furcula*). *cl.p* Hinteres Schlüsselbein (*Clav. post. s. Os coracoideum*). *st* Sternum. *cr* Crista sterni. *obt* Foram. obturator. *c* Costae.



Fig. 354. Brustbein und Schultergürtel vom zweizehigen oder afrikanischen Strauss (*Struthio camelus*). *st* Sternum. *c* Insertion der Rippen. *sc* Scapula. *cl.p* Clav. posterior. *cl.a* Clavicula ant. *gl* Gelenkpfanne für den Humerus.

Bei manchen Vögeln, z. B. bei den Enten etc., eröffnen sich diese Löcher nach hinten und bilden dann mehr oder weniger tief in die Brustbeinplatte eindringende, rückwärts offene Einschnitte (Fig. 357 *obt*), die gleichfalls membranös verschlossen sind. Der die letzteren auswärts be-

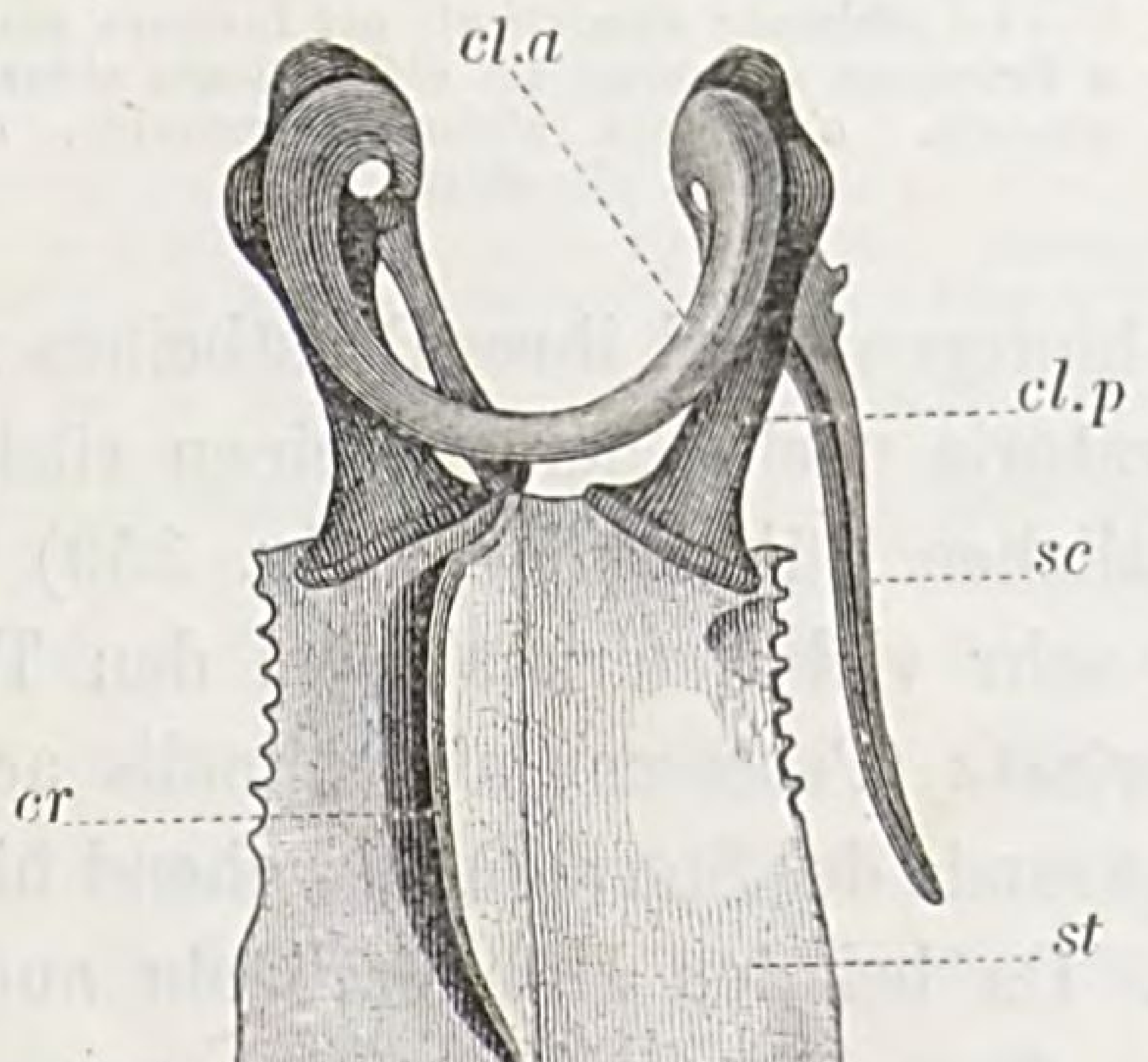


Fig. 355. Brustbein und Schultergürtel vom Steinadler (*Falvo fulvus*). *sc* Scapula. *cl.a* Clavicula anterior s. Furcula. *cl.p* Clavic. poster. *st* Sternum. *cr* Crista sterni. *obt* Foram. obturatorium.

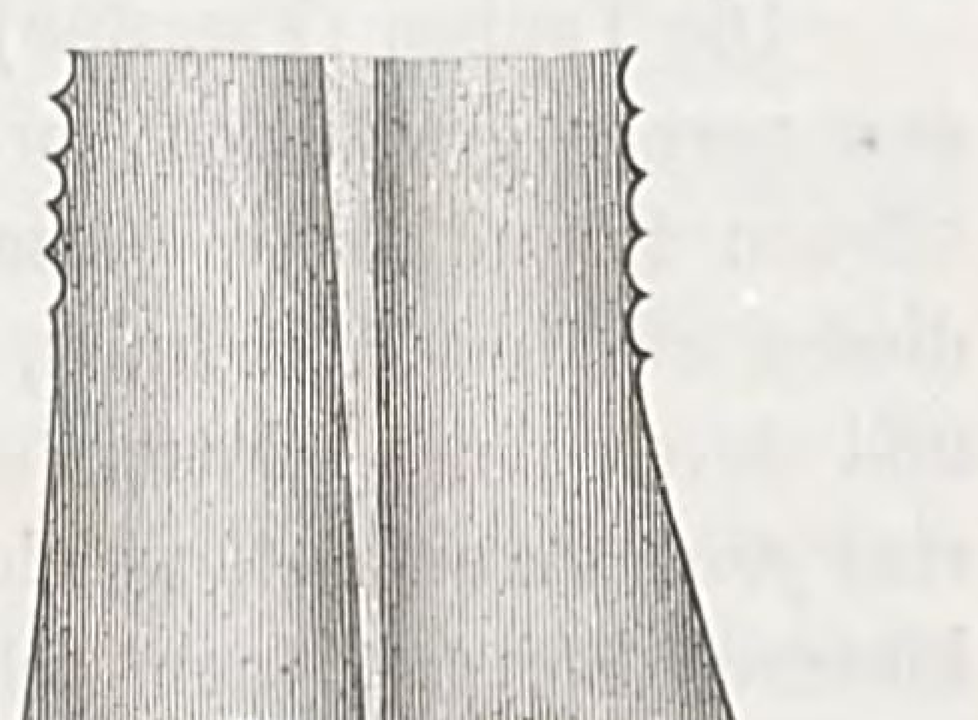


Fig. 356. Unteres Ende des Brustbeins der blaurückigen Möve (*Larus argentatus*). *obt* Foramen obturatorium.

grenzende Theil der Brustplatte stellt nach Maassgabe der Tiefe und Breite des Einschnittes einen mehr oder weniger langen und schmalen Fortsatz (Processus abdominalis) dar (Fig. 357 a).

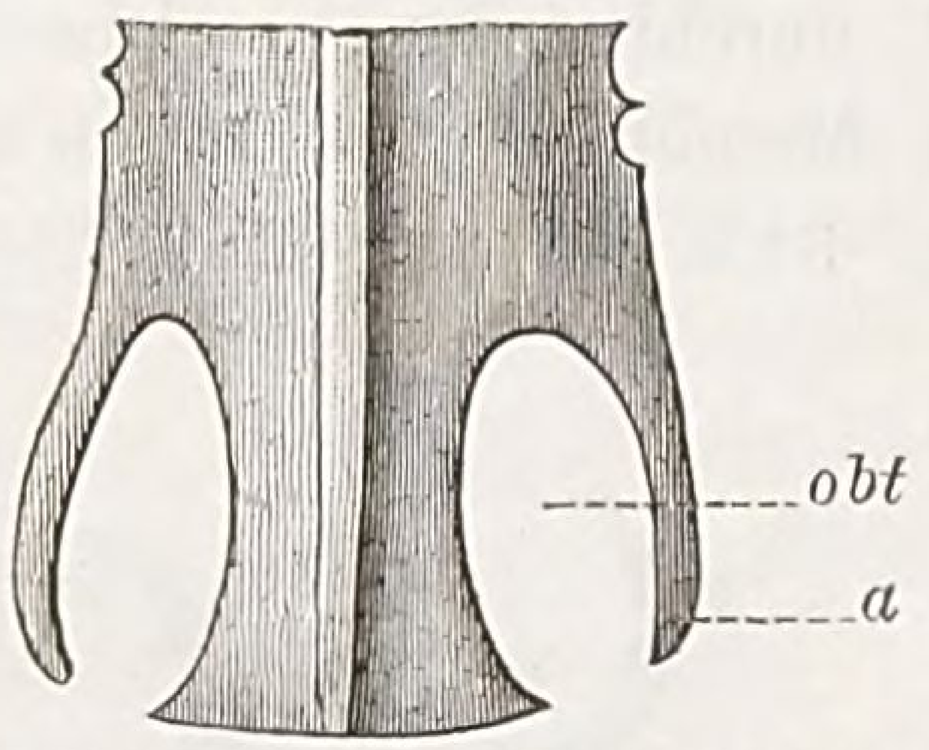


Fig. 357. Unteres Ende des Brustbeins der wilden Ente (*Anas boschas*). *obt* Foramen obturat. nach hinten geöffnet. *a* Process. abdominalis.

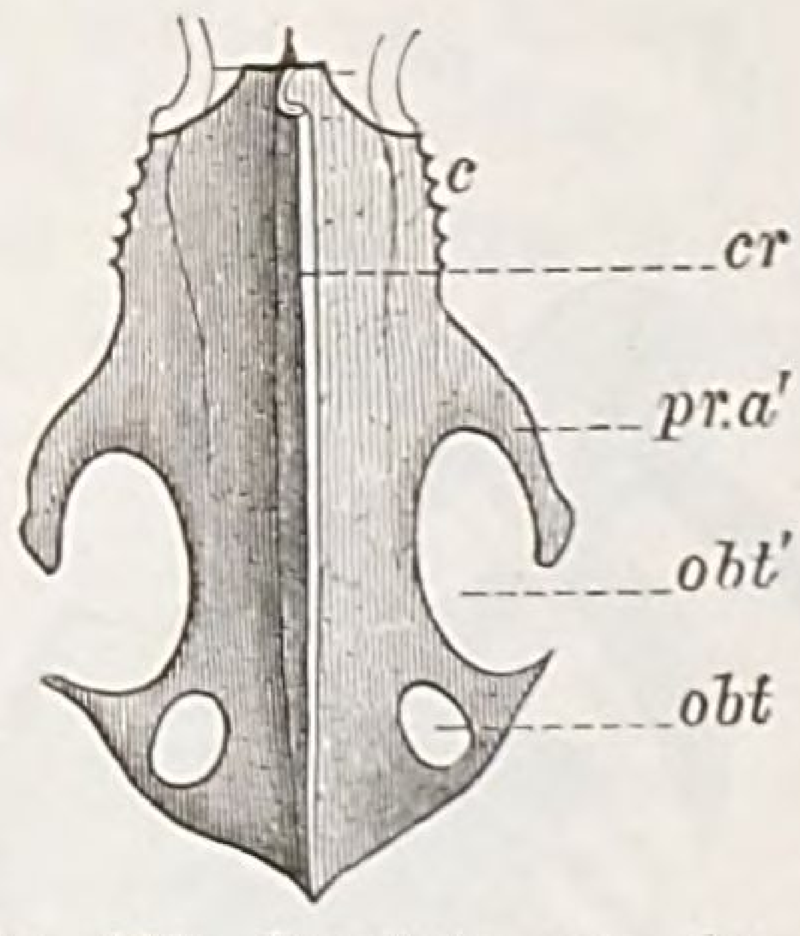


Fig. 358. Brustbein von der Feldtaube (*Columba livia*). *obt* Foramen obturat. *obt'* Incisura obturat. accessor. *pr.a'* Process. abdominalis accessor. *cr* Crista sterni.

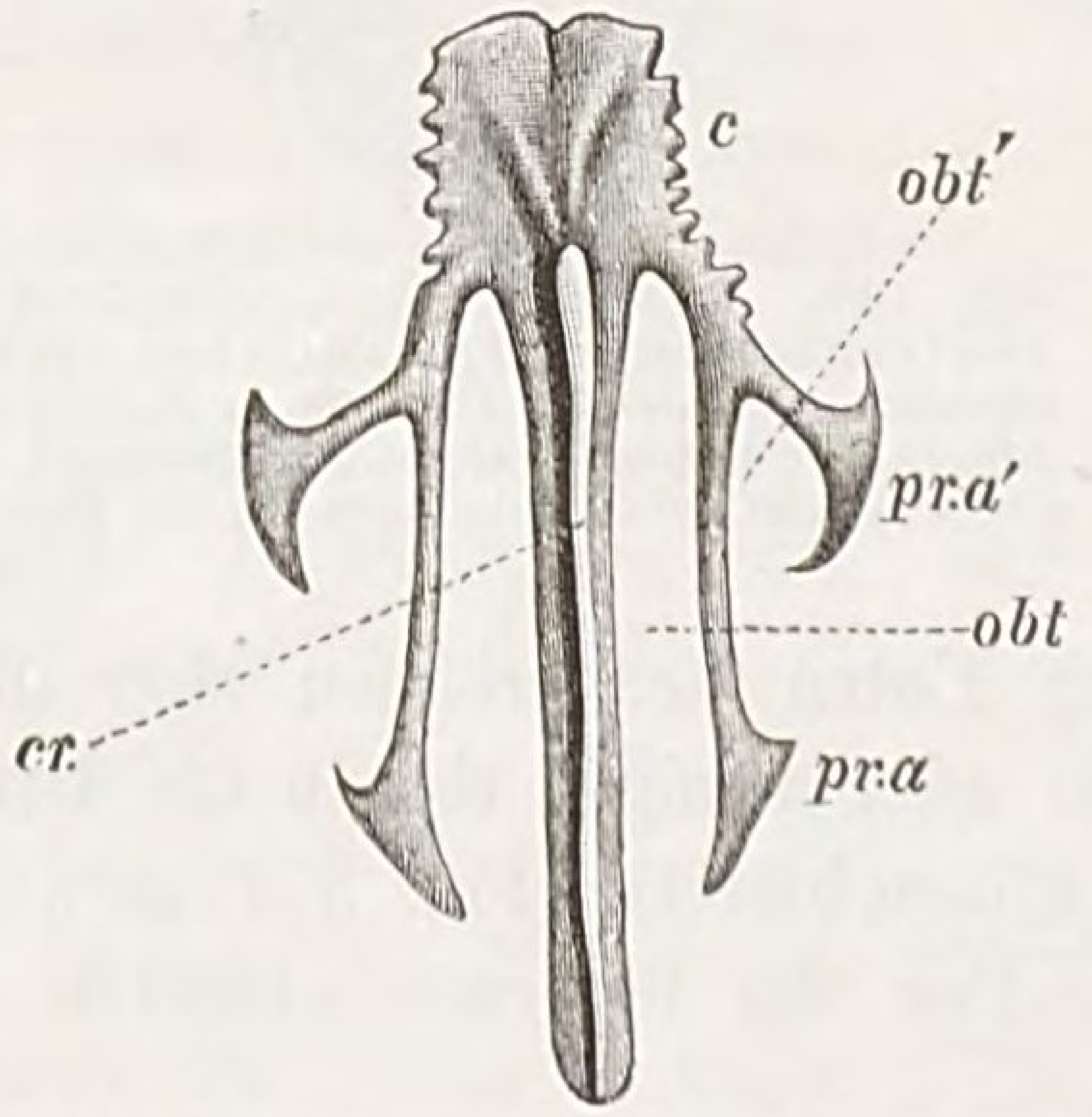


Fig. 359. Brustbein vom Pfau (*Pavo cristatus*). *cr* Crista sterni. *c* Ansatzstelle der Rippen. *obt* Incisura obturatoria. *pr.a* Processus abdominalis. *pra'* Processus accessorius.

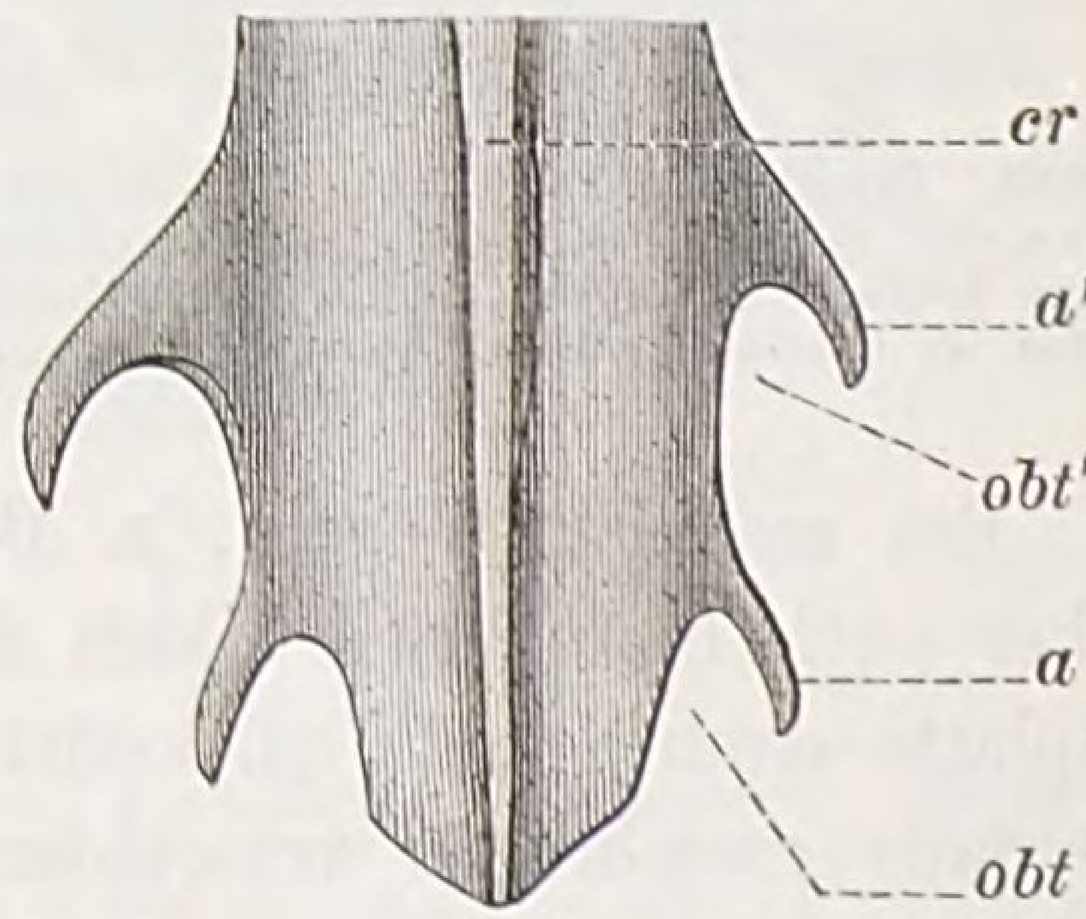


Fig. 360. Unteres Ende des Brustbeins der Haustaube (*Columba domestica*). *obt* Incisura obturatoria. *a* Processus abdominalis. *obt'* Incisura obturator. accessoria. *a'* Process. abdom. accessorius. *cr* Crista sterni.

Die Tauben (Fig. 358) haben am hinteren Theil ihres Brustbeines ausser den vorher erwähnten Foramina obturatoria noch jederseits einen rückwärts offenen Einschnitt. Auch die eigentlichen Hühnervögel (Fig. 359) haben diesen zweiten Einschnitt, nur ist er sehr viel tiefer, als bei den Tauben und durch einen platten seitlichen Fortsatz (Processus abdominalis accessorius *pra'*) veranlasst, welcher vom Seitenrande des Sternum ausgehend über die hinteren Sternalrippen sich weglagert. Da bei den Hühnervögeln auch die Foramina obturatoria in nach hinten offene Einschnitte sich umgewandelt haben, was auch bei den Haustauben schon vorkommt (Fig. 360), so ist das Brustbein derselben hinten mit zwei Paar tieferen Einschnitten versehen. Auch bei Haematopus, Strix aluco u. A. zeigt das Brustbein jederseits doppelte Einschnitte.

c) *Rumpfskelet der Amphibien.*

Wenn der dem Wirbelthierskelete überhaupt zu Grunde liegende Bauplan bei den Amphibien im Allgemeinen sich auch wiederholt, so ergeben sich in Betreff der Gestaltung desselben bei den einzelnen Ordnungen doch mannigfache Verschiedenheiten und Eigenthümlichkeiten. Die auffallendsten und scheinbar abweichendsten Einrichtungen zeigt indess das Rumpfskelet der Chelonier. Daher wir dessen Betrachtung der des Rumpfes der übrigen Amphibien hier voranstellen wollen.

aa) Rumpfskelet der Chelonier.

Dasselbe stellt ein nur vorn und hinten offenes, sonst geschlossenes, starres Knochengehäuse dar, dessen Höhle nicht allein die Rumpfeingeweide birgt, sondern auch einen Theil der Wirbelsäule, sowie den Schulter- und Beckengürtel einschliesst (Fig. 361). Bei nur oberflächlicher Betrachtung

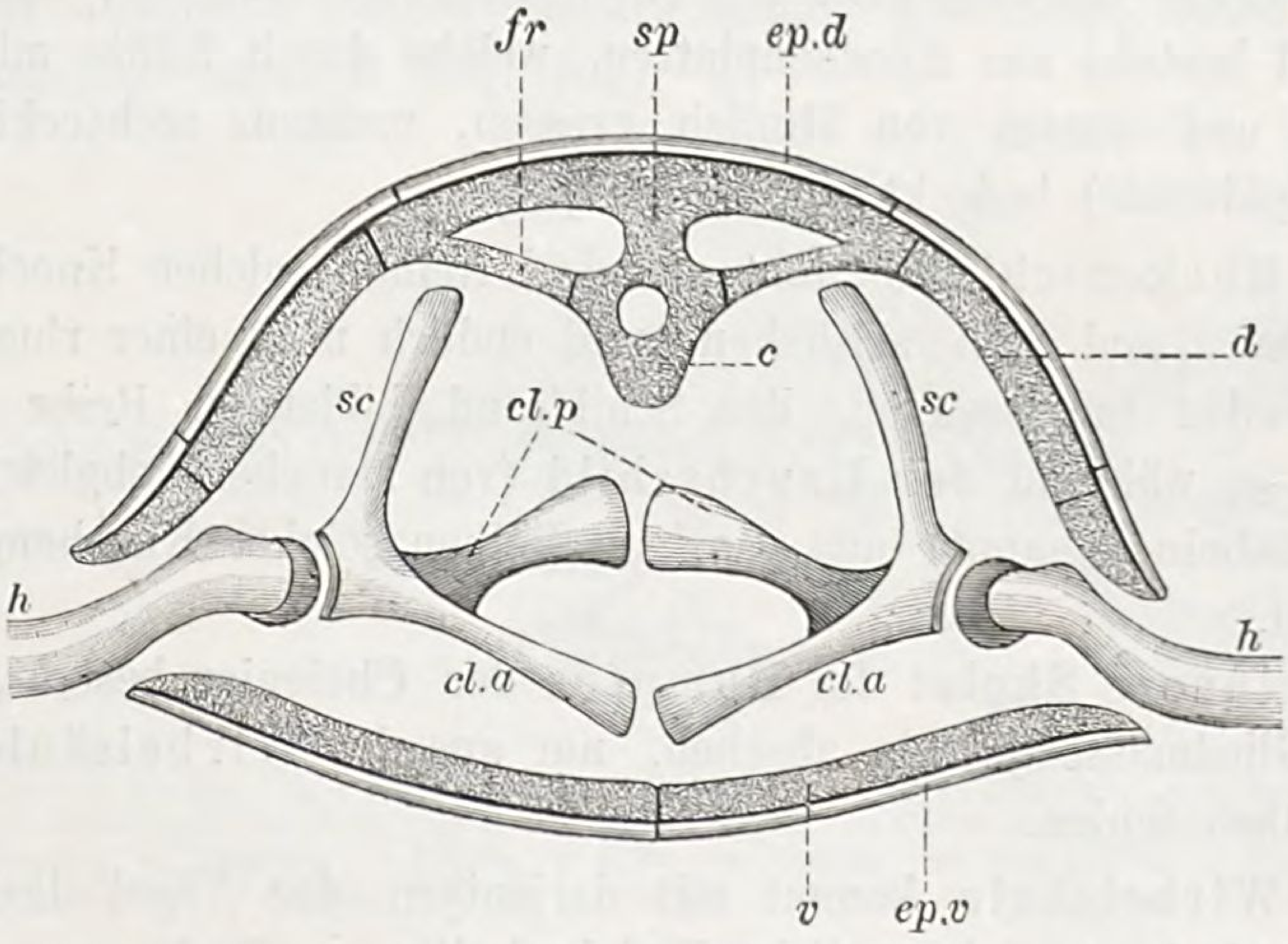


Fig. 361. Inneres und Hautskelet einer Schildkröte (*Testudo*), halbschematisch im Querdurchschnitt dargestellt. *d* Rückenschild. *ep.d* Hornplatten. *v* Bauchschild, Hornplatten desselben. *c* Wirbelsäule im Querdurchschnitte. *sp* Process. spinosus. *tr* (statt *fr*) Process. transversus. Jener ist mit den mittleren Bauchplatten, dieser mit den seitlichen Bauchplatten des Hautskelets verwachsen. (Die Trennung der mittleren Platte von der seitlichen ist im Holzschnitt irrthümlich nach aussen von der Vereinigung der Querfortsätze mit dem Hautskelet angelegt; sie sollte einwärts von dieser Vereinigungsstelle sich befinden, da die Querfortsätze mit den seitlichen Bauchplatten des Rückschildes und nicht mit den mittleren sich verbinden.) *sc* Schulterblatt (*Scapula*). *cla* Vorderes Schlüsselbein. *clp* Hinteres Schlüsselbein. *h* Oberarmbein (*Os humeri*).

erscheint dieses Rumpfgerüst als eine durchaus von dem allgemeinen Skeletplan abweichende Bildung. Näher geprüft ergibt sich indess nur das Abweichende, dass das typische Rumpfskelet mit einem sehr entwickelten Hautskelet sich verbindet und beide theilweise innig mit einander verwachsen sind.

Die Bildung von Ossificationen in den äusseren Bedeckungen und die Verbindung solcher Hautknochen mit dem inneren Skelet ist viel verbreiteter, als auf den ersten Blick es den Schein hat. Manche Knochen, welche als integrirende Bestandtheile des inneren Skelets angesehen zu werden pflegen, sind von verknöchernden Theilen der äusseren Haut entlehnt. Bei niederen

Wirbelthieren und frühen Enwicklungsstadien lässt sich der Ursprung derartiger Skelettheile oft noch leicht feststellen, während bei höheren Wirbelthieren und in späteren Bildungsstadien solche Knochenbildungen typisch werden und kaum noch ihre Herkunft verrathen.

Das Hautskelet (Fig. 361 *d ep.d v ep.v*) bildet ein vorn und hinten mit je einer weiten Lücke versehenes, seitlich aber geschlossenes Gehäuse, das man sich aus zwei, mit der Aushöhlung gegen einander gekehrten Schalen zusammengesetzt vorstellen kann, nämlich einer flacheren an der Bauchseite — Bauchschild (*v*) — und einer gewölbteren an der Rückenseite — Rückenschild (*d*), welche seitlich mit einander verwachsen sind, vorn und hinten aber getrennt bleiben, um Raum zu lassen für die aus der Höhle des Gehäuses hervor sich streckenden Körpertheile, wie Kopf, Hals, Schwanz und Gliedmassen.

Das ganze Gehäuse geht aus einer Verknöcherung der äussern Haut hervor und besteht aus Knochenplatten, welche durch Nähte mit einander verbunden und aussen von ähnlich grossen, meistens sechseckigen Hornplatten (Epidermis) bedeckt sind (*ep.d ep.v*).

Der Rückenschild besteht aus drei Reihen solcher Knochenplatten, einer mittleren und zwei seitlichen, und endlich noch einer ringförmig die vorhergehenden umfassenden, den Schildrand bildenden Reihe — Randplatten —, während der Bauchschild (von Manchen, obgleich mit Unrecht, Brustbein genannt) aus paarigen Reihen solcher Knochenplatten gebildet wird.

Das innere Skelet des Rumpfes der Chelonier besteht, wenn wir von den Gliedmassengürteln absehen, nur aus der Wirbelsäule, da Rippen denselben fehlen.

Die Wirbelsäule kommt mit derjenigen der Vögel darin überein, dass sie auch in zwei bewegliche Endabschnitte — Hals- und Schwanztheil — und in einen starren unbeweglichen, über der Rumpfeingeweidehöhle liegenden mittleren Theil — Rumpftheil — zerfällt. Letzterer verwächst theilweise mit dem aussen aufsitzenden Hautskelet; so die Dornfortsätze (*sp*) mit den Platten der mittleren Reihe des Rückenschildes, die sehr in die Länge entwickelten rippenähnlichen (daher auch oft für Rippen gehaltenen) Querfortsätze (*fr*) mit den Platten der seitlichen Reihen. Oft werden sie von letztern so vollständig umwachsen, dass sie ihre Selbständigkeit verlieren und schwinden. An diesen starren, rippenlosen, mittleren Abschnitt der Wirbelsäule sind, ganz in Uebereinstimmung mit der Anordnung bei andern rippenlosen Wirbelthieren, die Gliedmassenträger — der Schulter- und Beckengürtel — geheftet.

Der gewöhnliche Halstheil pflegt aus acht Wirbeln zu bestehen, deren Körper durch Kugelgelenke mit einander verbunden sind, wobei die Eigen-

thümlichkeit sich zeigt, dass der Gelenkkopf und die Gelenkpfanne ihre Lage wechseln, bald vorn, bald hinten stehen, so dass einzelne Wirbelkörper vorkommen, welche vorn und hinten Gelenkpfannen, aber keinen Gelenkkopf, oder zwei Gelenkköpfe und keine Gelenkpfanne tragen, also anstatt eine convex-concave Form zu haben, biconcav oder biconvex sind.

bb) Rumpfskelet der übrigen Amphibien.

aa) Wirbelsäule der Krokodile und Saurier.

Das an der Wirbelsäule befestigte Thoraxgewölbe ist nicht mehr, wie bei den Vögeln, mit seinem Schwerpunkt nach hinten, in die Nähe des Beckens verlegt, sondern nimmt wieder seine Lage weiter vorwärts ein, wie bei den Säugethieren, zwischen sich und dem Becken einen rippenfreien Raum lassend. Daher sind nun wieder an der Wirbelsäule, wie bei jenen, fünf Abschnitte unterscheidbar, nämlich ein Hals-, Brust-, Lenden-, Becken- und Schwanztheil (Fig. 362).

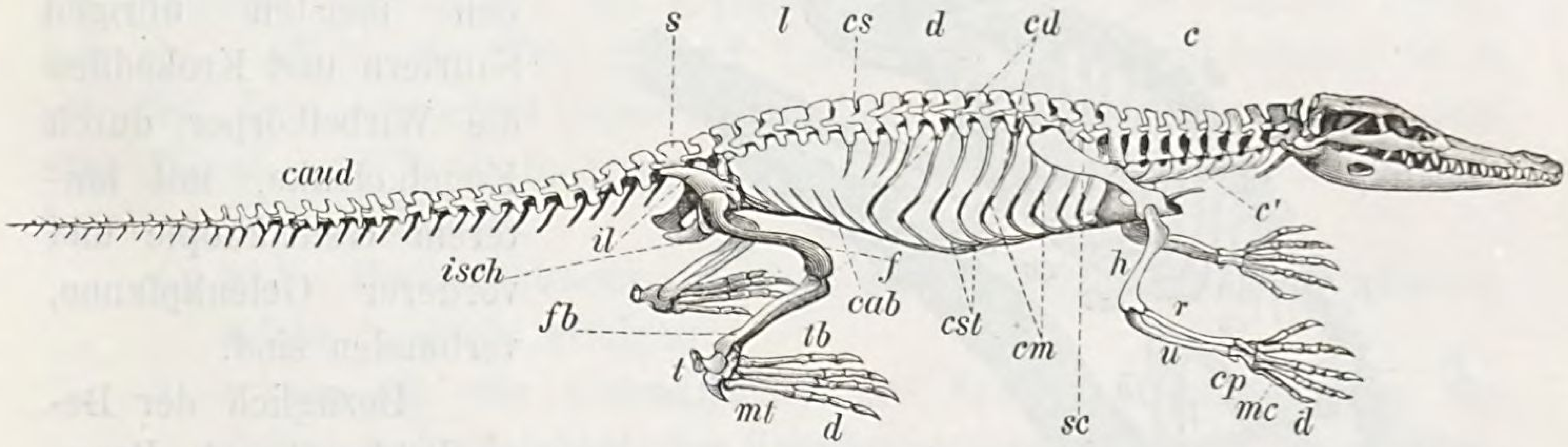


Fig. 362. Skelet vom Krokodil. *c* (8) Halswirbel. *d* Dorsalwirbel. *l* (5) Lendenwirbel. *s* (3) Sacralwirbel. *caud* Caudalwirbel. *c'* Halsrippen. *cd* Dorsalrippen. *cst* Sternalrippen. *cm* Costae mediae. *cab* Bauchrippen (*Costae abdom.*). *sc* Scapula. *h* Humerus. *r* Radius. *u* Ulna. *cp* Carpus. *mc* Metacarpus. *d* Digiti. *il* Os ilei. *isch* Os ischii. *f* Femur. *tb* Tibia. *fb* Fibula. *t* Tarsus. *mt* Metatarsus. *d* Digiti.

Der Halstheil besteht daher nie aus soviel Wirbeln, wie bei den Vögeln. Ihre Zahl wechselt nur zwischen 1—8. Ueberhaupt ist die Länge des Halses eine im Ganzen geringe, was von der geringen Höhe der Vorderbeine herrührt. Bei manchen Sauriern ist der Hals so kurz, dass er äusserlich kaum unterscheidbar ist; dann enthält er auch nur einige (1—3) Wirbel (Fig. 363). Bei den Krokodilen zeichnen sich die Halswirbel durch sehr entwickelte, zweiwurzelige, das Foramen transversarium umschliessende, Halsrippen aus, welche mit nach vorn und hinten gerichteten Fortsätzen dachziegelförmig sich über einander legen und dadurch die Seitenbewegung des Halses sehr einschränken. Beim Teju u. a. Sauriern tragen die Körper der Halswirbel auch untere Dornfortsätze.

Der Brusttheil richtet sich in Länge und Zahl seiner Wirbel nach der Zahl der zu tragenden Rippen. Der Lendentheil zeigt eine ver-

schiedene Länge und Zahl der Wirbel. Beim Krokodil u. a. besteht er aus fünf Wirbeln. Sonst ist er im Allgemeinen kürzer und besteht bisweilen nur aus 1—3 Wirbeln (Fig. 363). Bemerkenswerth ist die oft bedeutende, rippenähnliche Länge seiner Querfortsätze.

Der Beckentheil wird in der Regel nur von zwei (wie bei den Sauriern) oder drei Wirbeln (Krokodil u. Chelonier) gebildet, deren stärker entwickelte Querfortsätze das Becken tragen.

Der Schwanztheil ist meistens sehr lang und wirbelreich. Seine Wirbel besitzen, wie bei den Caudalwirbeln der Säugethiere zur Umschliessung der Caudalgefässe, untere Wirbelbogen mit unteren Dornfortsätzen.

Was nun noch die Gestalt der Wirbel anbelangt, so kann das hervorgehoben werden, dass, während die Körper der fossilen Ichthyosauren noch fischähnliche Formen haben, auch die Schwanzwirbel einiger Eidexen noch plane oder vertiefte Körper besitzen, — bei den meisten übrigen Sauriern und Krokodilen die Wirbelkörper durch Kugelgelenke, mit hinterem Gelenkkopfe und vorderer Gelenkpfanne, verbunden sind.

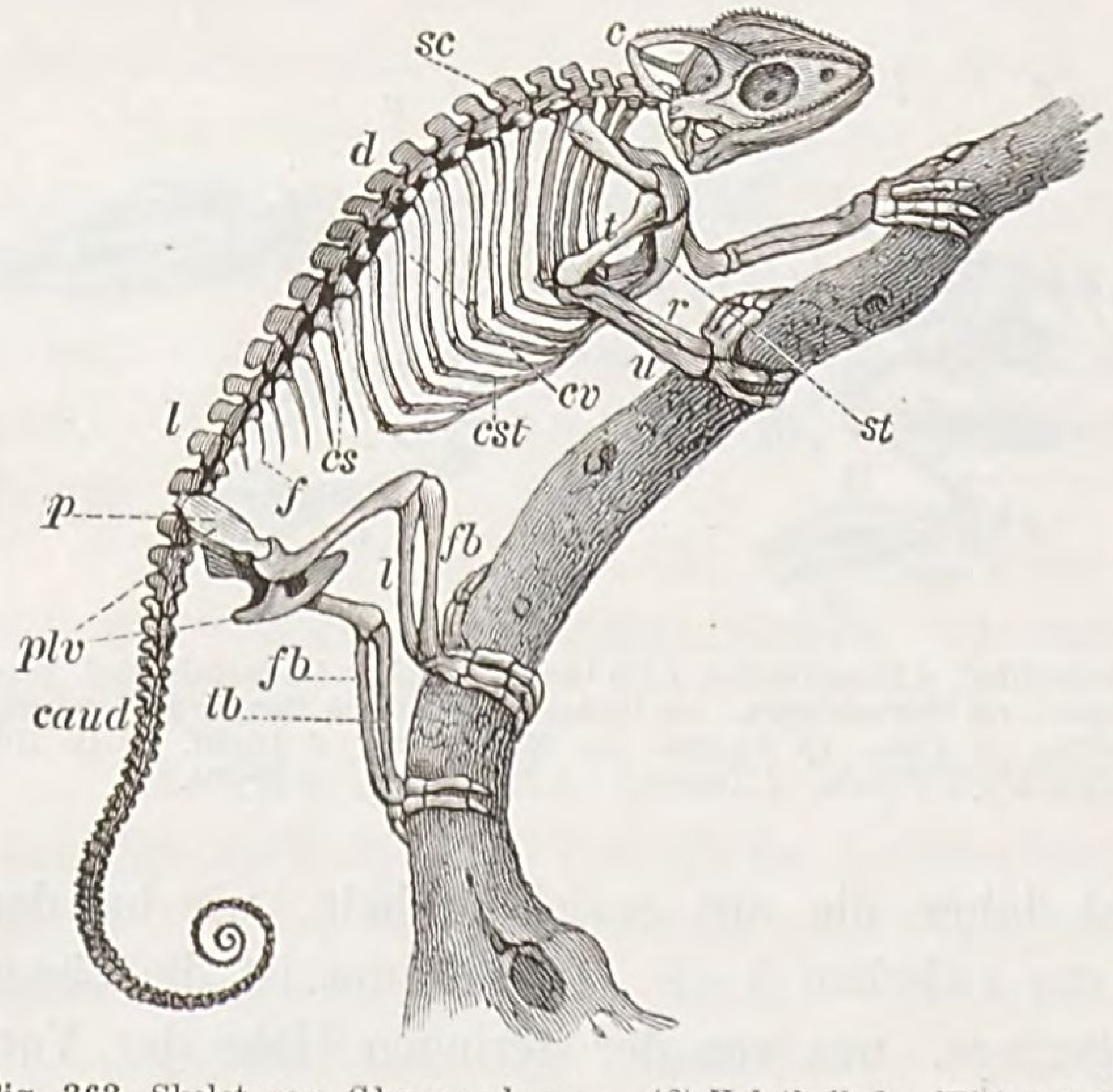


Fig. 363. Skelet vom Chamaeleon. *c*(2) Halstheil der Wirbelsäule. *d* Dorsaltheil. *l*(2) Lendentheil. *p* Beckentheilsäule. *caud* Caudaltheile. *cv* Costae verae. *cs* Costae spurial. *cst* Costae sternales. *st* Sternum. *sc* Scapula. *h* Humerus (ist fälschlich mit *t* bezeichnet). *r* Radius. *u* Ulna. *f* Femur (die punktirte Linie zeigt fälschlich auf die falschen Rippen *cs*). *fb* Fibula. *tb* (*b*) Tibia.

Bezüglich der Beweglichkeit und Bewegungsweise ergeben sich viele Verschiedenheiten. Doch ist die erstere, selbst an den beweglicheren Abtheilungen, meistens geringer, als bei den Säugethieren, weil Krokodile, wie Saurier, ihren Leib auf niedrigeren Beinen tragen und sonach der Krümmungen der Wirbelsäule nicht in solchem Grade bedürfen, als wie die hochbeinigeren Säugethiere.

$\beta\beta$) **Wirbelsäule der Schlangen und schlangenähnlichen Saurier.**

Hier zerfällt sie nur in drei Abschnitte, die nicht durch verschiedene Beweglichkeit (denn sie sind hier alle gleich beweglich), sondern dadurch sich von einander unterscheiden, dass sie entweder rippenlos oder rippen-

tragend sind. Rippenlos ist nur der erste oder Halstheil und der Endabschnitt oder Schwanztheil. Was zwischen diesen beiden liegt, ist rippentragend und bildet den bei weitem längsten Abschnitt der Säule und vertritt den Dorsal-, Lenden- und Sacraltheil der Krokodile und Saurier. Die Zahl der Wirbel ist bei diesen Thieren, deren Körpergestalt so sehr in die Länge entwickelt ist, eine meistens sehr grosse. Wenn schon bei langschwänzigen Eidexen die Zahl der Glieder der Wirbelsäule sehr gross ist, so erreicht sie doch bei diesen Thieren eine ganz ausserordentliche Höhe, indem sie auf 300 (Boa) bis 400 (Python) sich steigern kann.

Die Zahl der rippentragenden Wirbel der Ophidier beträgt meistens über 100, in einzelnen Fällen bis zu 300, die der rippenlosen oder Schwanzwirbel gegen 50—100. Bei den schlangenähnlichen Sauriern (Anguis, Pseudopus, Ophysaurus) ist die Zahl der rippentragenden Wirbel ebenfalls sehr gross (30—60), die der Schwanzwirbel dagegen grösser (gegen 100 und selbst mehr).

Die Wirbelkörper greifen, wie bei den Sauriern, durch Kugelgelenke, mit hinterem Gelenkkopfe und vorderer Gelenkpfanne in einander beweglich ein. Allein die Stellung und Verbindung der Gelenkfortsätze ist so getroffen, dass ungeachtet dieser Kugelgelenke nur Seitenbewegungen, nicht aber Dorsal- und Ventralbeugung gestattet sind. Die Flächen der Gelenkfortsätze stehen nämlich:

1) in der Horizontalebene, wodurch sie nur Verschiebungen gestatten, welche in dieser erfolgen;
2) werden die vier Gelenkflächen der hintern Gelenkfortsätze von einem querfortsatzähnlichen Knochenvorsprung getragen, der zapfenartig zwischen die vier vorderen Gelenkflächen eines Einschnittes eingreift, welcher am vorderen Theil des nachfolgenden hinteren Wirbels sich befindet.

γγ) Wirbelsäule der nackten Amphibien.

Während bei den beschuppten Amphibien (Reptilien), besonders bei den Sauriern und Ophidiern in einzelnen Fällen die Zahl der Wirbel einige Hunderte betragen konnte, sinkt dieselbe hier, namentlich bei den Batrachiern, in Folge deren kurzer gedrungener Körpergestalt, auf eine sehr kleine Zahl, auf 8—10, herab. So besteht bei Rana und Bufo die Wirbelsäule aus dem Atlas, aus sieben rippenlosen Rumpfwirbeln, aus einem Beckenwirbel und einem langen stabförmigen Steisswirbel. Bei Pipa sind es nur acht Wirbel, da der Atlas mit dem zweiten Wirbel und der Beckenwirbel mit dem Steissbein verwachsen ist (Fig. 364).

Bei den geschwänzten Batrachiern und Perennibranchiaten ist die Zahl der Wirbel wieder viel grösser und schliesst sich die Wirbelsäule

überhaupt in ihrem allgemeinen Verhalten wieder mehr an die beschuppten Amphibien, besonders an die Saurier, an. Was die Form der Wirbelkörper anbelangt, so ist sie bei den Perennibranchiaten und Batrachierlarven noch mehr fischähnlich. Bei den ausgebildeten Batrachiern dagegen sind die Chordareste gänzlich geschwunden und haben die ungeschwänzten Batrachier vorn concave und hinten convexe —, die geschwänzten dagegen umgekehrt gestaltete Wirbelkörper.

δδ) Von den Rippen und dem Brustbein der Amphibien.

Weder Rippen noch Brustbein sind allgemeines Eigenthum der Amphibien. Ja beide sind, wo sie vorkommen, nicht einmal immer zusammen vorhanden. Denn 1) gibt es Amphibien, denen beide fehlen, wie die Chelonier Beispiele dafür liefern. 2) Gibt es solche, welche, wie die Schlangen und schlangenähnlichen Saurier, wohl sehr viele Rippen, aber kein Brustbein haben, das diese, wenn auch nur theilweise, mit einander verbände. 3) Gibt es Amphibien, welche ein Brustbein besitzen, aber keine Rippen, wie dies bei den Batrachiern der Fall ist, wo das Brustbein nur Stütze und Träger des Schultergürtels ist; und 4) endlich gibt es solche Amphibien (Krokodile und Saurier), welche Rippen und Brustbein zusammen besitzen.

aa) Rippen und Brustbein der Krokodile und Saurier.

Da, wie bei Säugethieren und Vögeln, nicht alle Rippen mit dem Brustbein in Verbindung treten, so gibt es auch hier, wie dort, wahre und falsche Rippen *(Costae verae et spuriae)*. Die Letzteren sind, wie bei den Vögeln, theils vordere, theils hintere, welche die wahren zwischen sich haben. Die Zahl der wahren und falschen Rippen ist sehr wechselnd; oft überwiegt die Zahl der falschen sehr diejenige der wahren Rippen (Platydactylus, Ameiva, Podinema u. a.). Die vorderen falschen Rippen sind bei vielen Sauriern von den gleichfalls sehr entwickelten Halsrippen schwer zu unterscheiden. Daher auch hier, ähnlich wie bei den Straussen und Casuaren, die Grenze zwischen Hals- und Brusttheil der Wirbelsäule nicht immer leicht festzustellen ist.

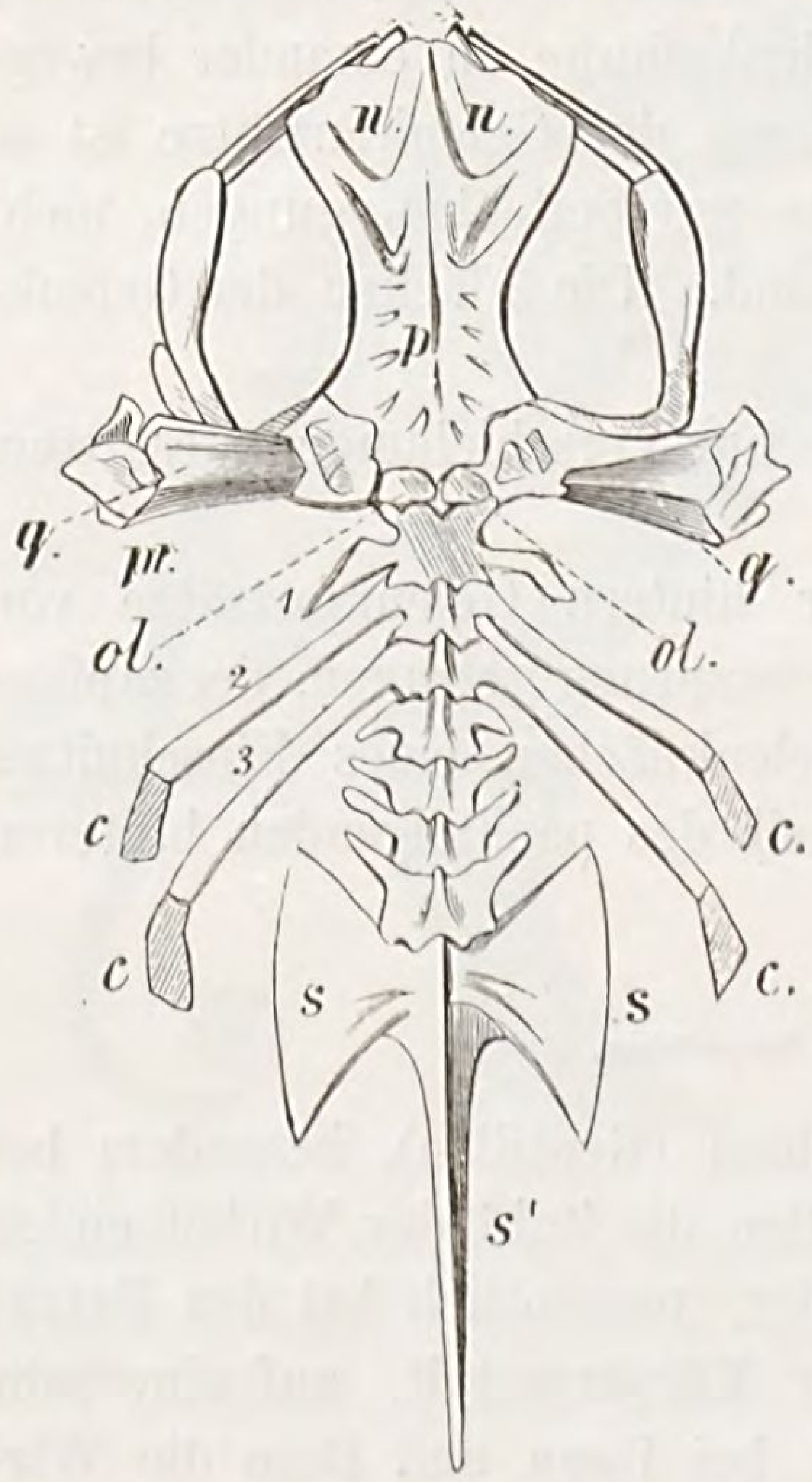


Fig. 364. Kopf- und Rumpfskelet von Pipa verrucosa. *ol* Occipitalia lateralia. *p* Scheitelbeine verwachsen. *n* Nasenbeine. *1* Erster Wirbel, aus der Verwachsung von Atlas und dem 2. Halswirbel hervorgegangen. *2* u. *3* Wirbel, deren lange Querfortsätze Rippenrudimente (*c*) tragen. *s* Beckentragender Wirbel. *s'* Steisswirbel, einen langen Stab darstellend und mit dem vorhergehenden verwachsen.

Beim Drachen *(Draco viridis)* (Fig. 365) zeigen die falschen Rippen bemerkenswerthe Eigenthümlichkeiten, indem sie von grösserer Länge, als die wahren sind, quer nach aussen stehen und anstatt den Thorax mit bilden zu helfen, die Träger einer, als Fallschirm dienenden, seitlichen Falte der äusseren Haut abgeben, welche beiderseits des Bauches zwischen vorderen und hinteren Gliedmassen, ohne mit ersteren verbunden zu sein, flügelartig ausgespannt ist. Den Thorax bilden nur 6 Rippen, die durchaus wahre sind und durch ein rautenförmiges, vorn spitz auslaufendes Brustbein mit einander in Verbindung stehen. Die Zahl der falschen ist 8, von denen indess nur die 5 vordersten durch grössere Länge sich auszeichnen.

Die wahren Rippen zerfallen gewöhnlich auch in ein Vertebral- und Sternalstück — Vertebral- und Sternalrippen (Fig. 363 *cv cst*), welche oft noch durch einen kurzen Rippenknorpel mit einander verbunden werden. Bei Krokodilen und manchen Sauriern verknöchert dieser, wodurch sodann die Rippe in drei Stücke, in ein Vertebral-, Sternal- und Medianstück (Medianrippe) zerfällt. (Fig. 362 *cm.*) Beim Krokodil sind die vorderen Vertebralrippen zweiwurzelig — mit einer Wurzel auf den Wirbelkörper, mit der andern auf den Querfortsatz sich stützend — während die hinteren Rippen nur an dem Querfortsatz der Wirbel befestigt sind. Die erste Rippe beim Krokodil erreicht das Brustbein nicht, ist also eine Costa spuria, dagegen die nachfolgenden acht, welche wahre sind. Auch haben

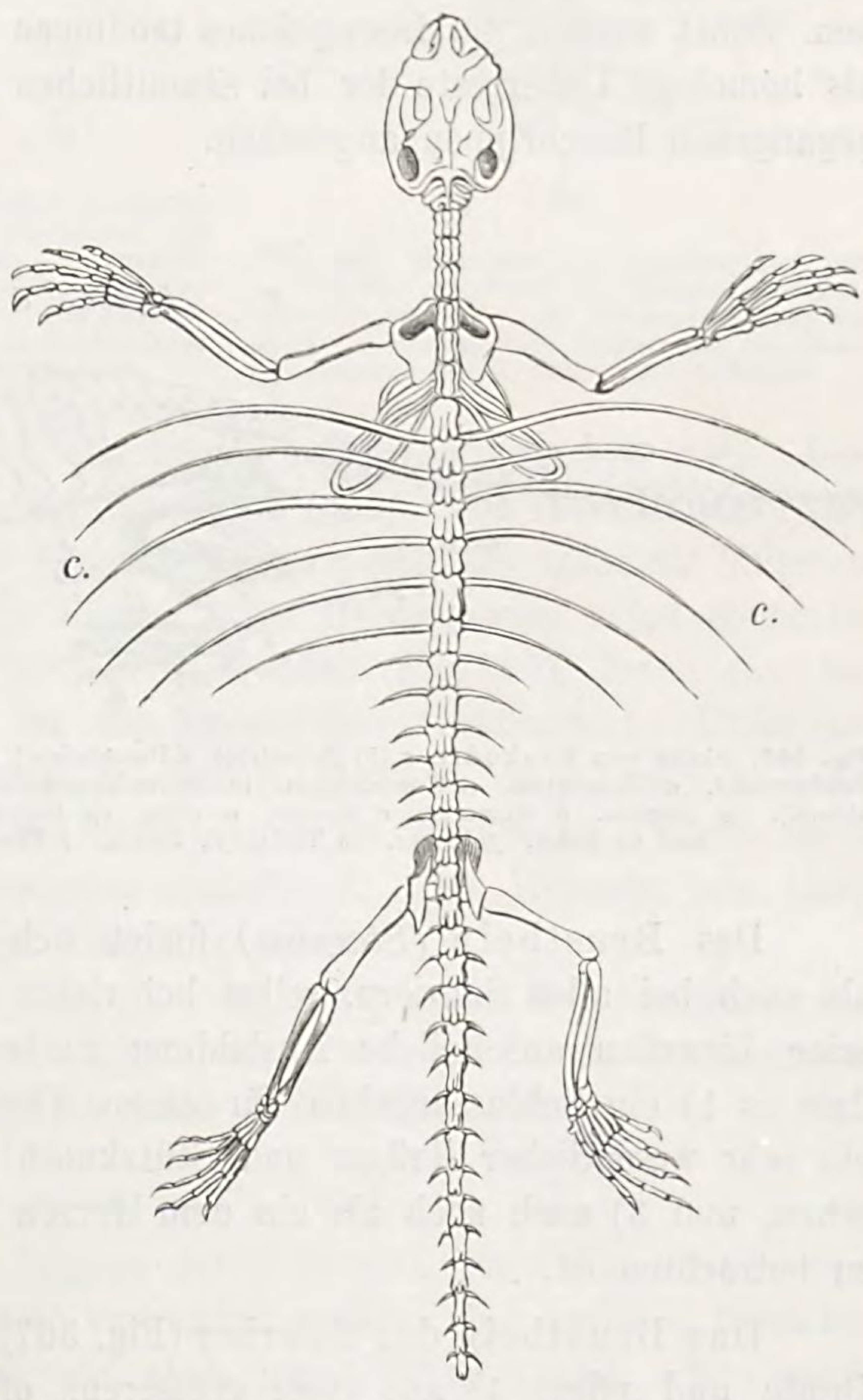


Fig. 365. Skelet von Draco viridis (nach Rud. Wagner). *c* Costae spuriae, welche die Träger einer Flughaut abgeben.

die Rippen dieses Thieres insoweit noch eine Vogelähnlichkeit, als sie, wie die der Vögel, einen rückwärts gerichteten Processus uncinatus tragen, der aber grösstentheils knorpelig und durch Bandmasse mit ihr verbunden ist (Stannius). Diese ligamentäre Verbindung erklärt es, warum diese Fortsätze früher übersehen wurden und alle an den Skeleten der Sammlungen fehlen, da sie beim Reinigen der Rippen von den umgebenden Weichtheilen verloren gingen.

Ausser den, den Brustkorb bildenden Brustrippen *(Costae thoracicae)* kommen beim Krokodil auch sogenannte Bauchrippen (*Costae ventrales s. abdominales)* vor (Fig. 366 *cab*), welche jedoch mit den Lendenwirbeln, denen sie der Zahl nach entsprechen, nicht in Verbindung stehen. Sonst werden die Inscriptiones tendineae in den graden Bauchmuskeln als homologe Ueberreste der bei sämmtlichen anderen Wirbelthieren untergegangenen Bauchrippen angesehen.

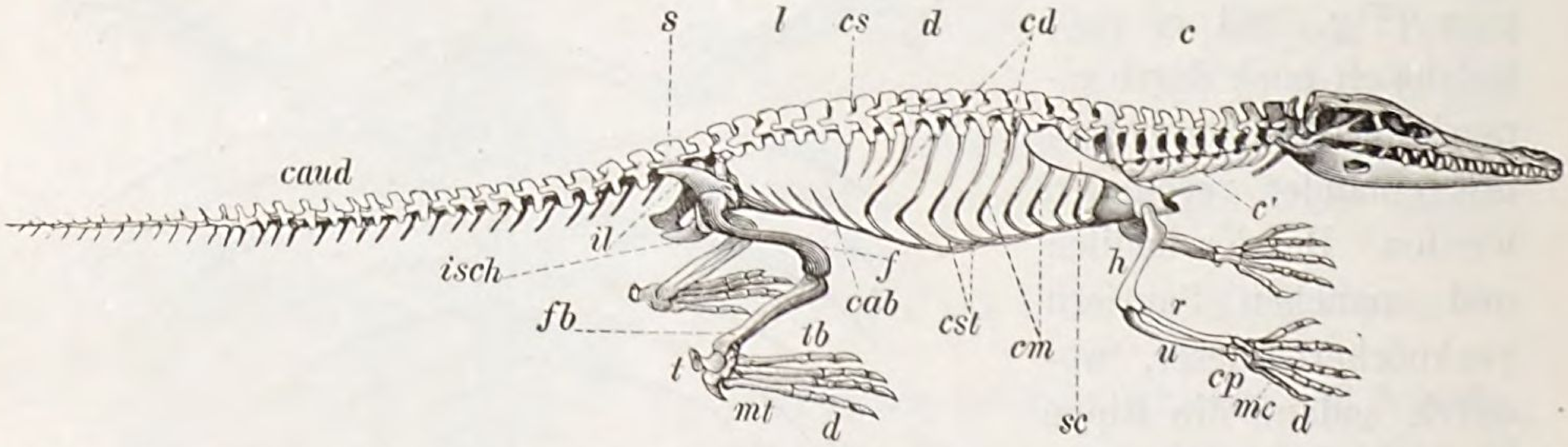


Fig. 366. Skelet vom Krokodil. *c* (8) Halswirbel. *d* Dorsalwirbel. *l* (5) Lendenwirbel. *s* (3) Sacralwirbel. *caud* Caudalwirbel. *c'* Halsrippen. *cd* Dorsalrippen. *cst* Sternalrippen. *cm* Costae mediae. *cab* Bauchrippen (*Costae abdom.*). *sc* Scapula. *h* Humerus. *r* Radius. *u* Ulna. *cp* Carpus. *mc* Metacarpus. *d* Digiti. *il* Os ilei. *isch* Os ischii. *f* Femur. *tb* Tibia. *fb* Fibula. *t* Tarsus. *mt* Metatarsus. *d* Digiti.

Das Brustbein *(Sternum)* findet sich sowohl bei den Krokodilen als auch bei allen Sauriern, selbst bei vielen schlangenähnlichen, vor. Um seine bisweilen ansehnliche Ausbildung zu begreifen, muss man erwägen, dass es 1) ein Schlussknochen für einen Theil der Brustrippen ist; 2) als ein sehr wesentlicher Träger und Stützknochen des Schultergürtels anzusehen, und 3) auch noch als ein dem Herzen Schutz gewährender Knochen zu betrachten ist.

Das Brustbein der Saurier (Fig. 367) ist meistens von ansehnlicher Breite und pflegt 1) aus einer grösseren, oft nur zum Theil knöchernen, stellenweise knorpeligen oder gar häutig unterbrochenen Platte — Mesosternum *(mst)* — zu bestehen, die wie ein schützender Schild sich vor das Herz lagert; 2) aus einem länglichen, vorn Tförmig gestalteten Knochen, der auf dem ersteren aufliegt, vorn ihn überragt und als Episternum *(est)*

unterschieden wird, und 3) aus zwei schmalen, mehr oder weniger langen, ippenähnlichen Stücken, welche dicht neben einander vom hinteren Rande

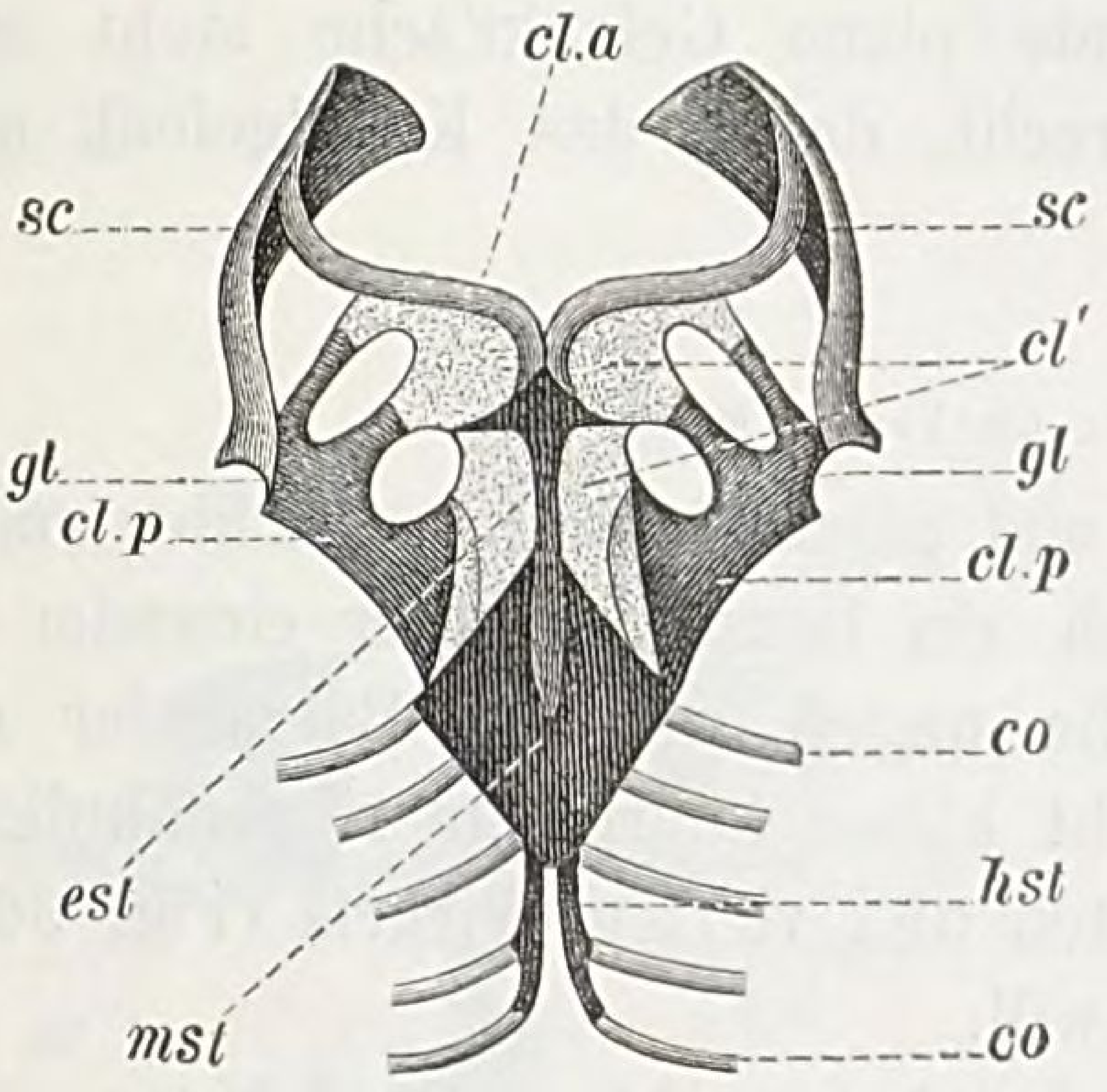


Fig. 367. Brustbein eines Sauriers (*Podinema Teguixin*). *mst* Mesosternum, eine rhomboidale Platte darstellend. *est* Episternum. *hst* Hyposternum. *co* Rippen. *sc* Scapula. *cl.a* Vorderes Schlüsselbein (*Clavicula anterior*). *cl.p* Hinteres Schlüsselbein (*Clavicula post. s. Os coracoideum*). *cl'* Knorpelige und häutige Ausfüllungen. *gl* Gelenkpfanne zur Aufnahme des Gelenkkopfes des Oberarmbeins.

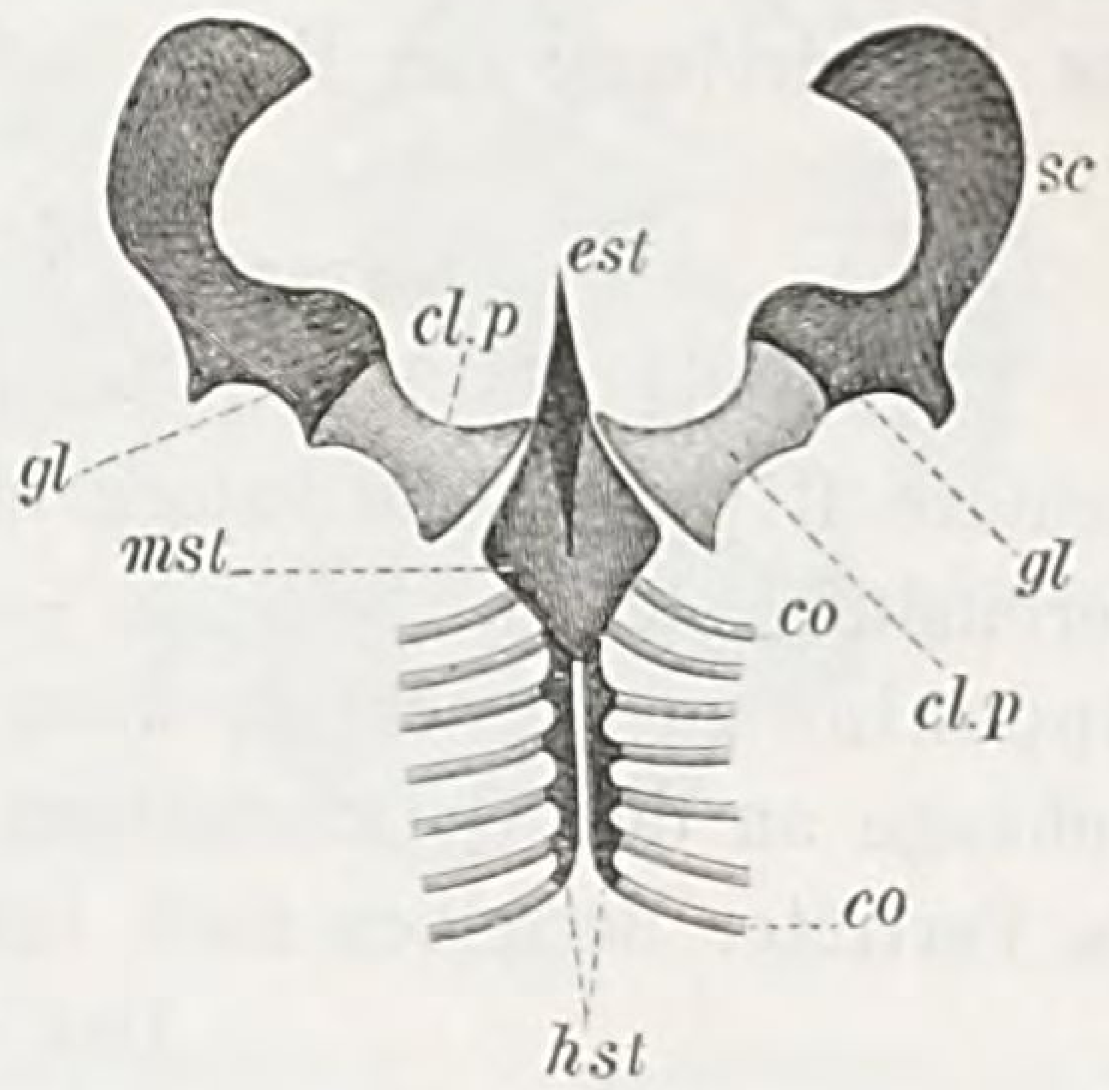


Fig. 368. Brustbein und Schultergürtel vom Krokodil. *sc* Scapula. *cl.p* Hinteres Schlüsselbein (*Os coracoid.*). *gl* Gelenkpfanne für den Kopf des Humerus. *est* Episternum. *mst* Mesosternum. *hst* Hyposternum. *co* Rippen.

des Mesosternum nach hinten abgehen — Hyposternum (*hst*). Das Episternum stützt die vordern Schlüsselbeine (*cl.a*). Das Mesosternum (dem Manubrium des Brustbeins der Säugethiere entsprechend) trägt die hinteren Schlüsselbeine (*cl.p*) und einige Rippen. Das Hyposternum trägt ebenfalls noch einige (2—5) Rippen. Bei den Krokodilen (Fig. 368), denen die vorderen Schlüsselbeine fehlen, ist das Episternum verkümmert. Ohne die vordere Tförmige Verbreiterung zu bilden, läuft es nach vorn in eine schmale Spitze aus. Das Mesosternum (*mst*) ist bei jungen Thieren noch ganz knorpelig, zwei Knochenkerne enthaltend. Das Hyposternum (*hst*) endlich ist sehr lang und trägt fünf Rippenpaare.

Bei den Chamaeleonten (Fig. 363 *st*), welchen die Schlüsselbeine abgehen, fehlt auch schliesslich das Episternum, in Folge dessen das Sternum mit dem der höheren Wirbelthiere mehr Aehnlichkeit erhält.

cc) Rippen der Ophidier.

Die so sehr zahlreichen Rippen der Schlangen, da sie an ihrem ventralen Ende durch kein Brustbein verbunden werden, sind nur s. g. falsche Rippen. Sie beginnen, wenn sie auch nur sehr kurz sind, schon nahe hinter dem Kopfe. Nur der vorderste Wirbel, der Atlas, ist allein rippenlos. Ihre Beweglichkeit ist daher gross, so dass sie der Locomotion selbst dienstbar werden konnten. Ihre Verbindung mit der Wirbelsäule zeigt indess auch einige Eigenthümlichkeiten. So stützen sie sich nur auf die Wir-

belkörper und nicht auf die Querfortsätze. Dann tragen die Rippenköpfe eine kugelige Gelenkpfanne nebst einer planen Gelenkfläche, während an dem Wirbelkörper ein kugeliger Gelenkkopf sich befindet.

Die über dem Kugelgelenk liegende plane Gelenkfläche steht zur Axe des Vertebralendes der Rippe senkrecht, daher das Kugelgelenk nur zur Axendrehung der Rippe befähigt.

bb) Rippen und Brustbein der nackten Amphibien.

Während die Perennibranchiaten und geschwänzten Batrachier rudimentäre Rippen, die jedoch nicht durch ein Brustbein unter einander in Verbindung stehen, besitzen, — sind die ungeschwänzten Batrachier als rippenlos zu betrachten, wenn man nicht kleine knorpelige rippenähnliche Anhänge an den Querfortsätzen des dritten und vierten Wirbels (Fig. 364) als Vertreter derselben noch betrachten will.

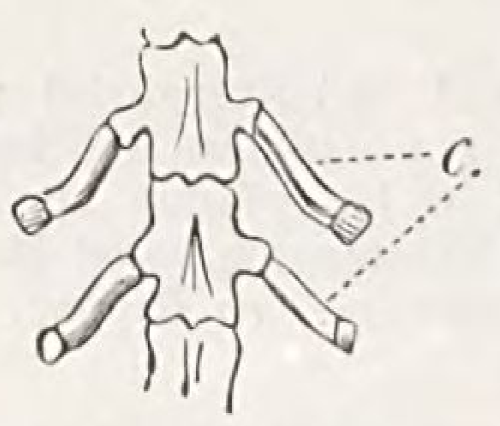


Fig. 369. Zwei Dorsalwirbel von Salamandra maculata mit Rippenrudimenten c.

Das Brustbein der nackten Amphibien zeigt verschiedene Formen und verschiedene Grade der Ausbildung. Wenn man aber erwägt, dass es theils zur Schliessung des, Lungen und Herz umgebenden Thoraxgewölbes, theils als Stütze des Schultergürtels, theils endlich auch zum Schutze des Herzens, vor welches es sich oft, wie ein schützender Schild lagert, dient, — so lässt es sich begreifen, wie dasselbe auch da auftreten kann, wo, wie bei den Batrachiern, keine Rippen zu verbinden sind, sondern es nur eine Stütze für den Schultergürtel und einen schützenden Schild für das Herz abgibt. Ja es kann bloss auf letztere Bestimmung reducirt sein, wie bei den Perennibranchiaten und Salamandrinen, wo ein rudimentäres Brustbein in Form eines verschieden breiten Knorpelstückes auftritt, das nach hinten in ein dünnes Plättchen ausläuft, aber mit dem Schultergürtel nicht in direkter Verbindung steht.

Wo das Brustbein eine wirkliche Stütze für den Schultergürtel, wie bei den ungeschwänzten Batrachiern (Fig. 370) abzugeben hat, ist es kräftiger entwickelt und steht mit den Schlüsselbeinen in direkter Verbindung. Je mehr bei diesen Thieren der Rumpf eine breitere Form erhält, und sie denselben gleichsam auf dem Boden hinschleppen, um so mehr entwickelt es sich in die Breite, um wohl dem Herzen gegen Druck einen besseren Schutz gewähren zu können. Darauf ist es ohne Zweifel zurückzuführen, wenn man bei Pipa das Brustbein so auffallend in die Breite entwickelt findet (Fig. 371). Hier bildet das grösstentheils knorpelige Brustbein mit dem Schlüsselbein eine panzerähnliche Decke über die vorderen Rumpfeingeweide. Das Mesosternum besteht aus zwei Seitenhälften, welche die hinteren Schlüsselbeine tragen und rückwärts aus einander weichend das, eine

rhombische Platte darstellende Hyposternum zwischen sich nehmen. Das Episternum ebenfalls aus zwei Seitenhälften bestehend, trägt die vorderen Schlüsselbeine, die von seiner ventralen Fläche untereinander zusammen-

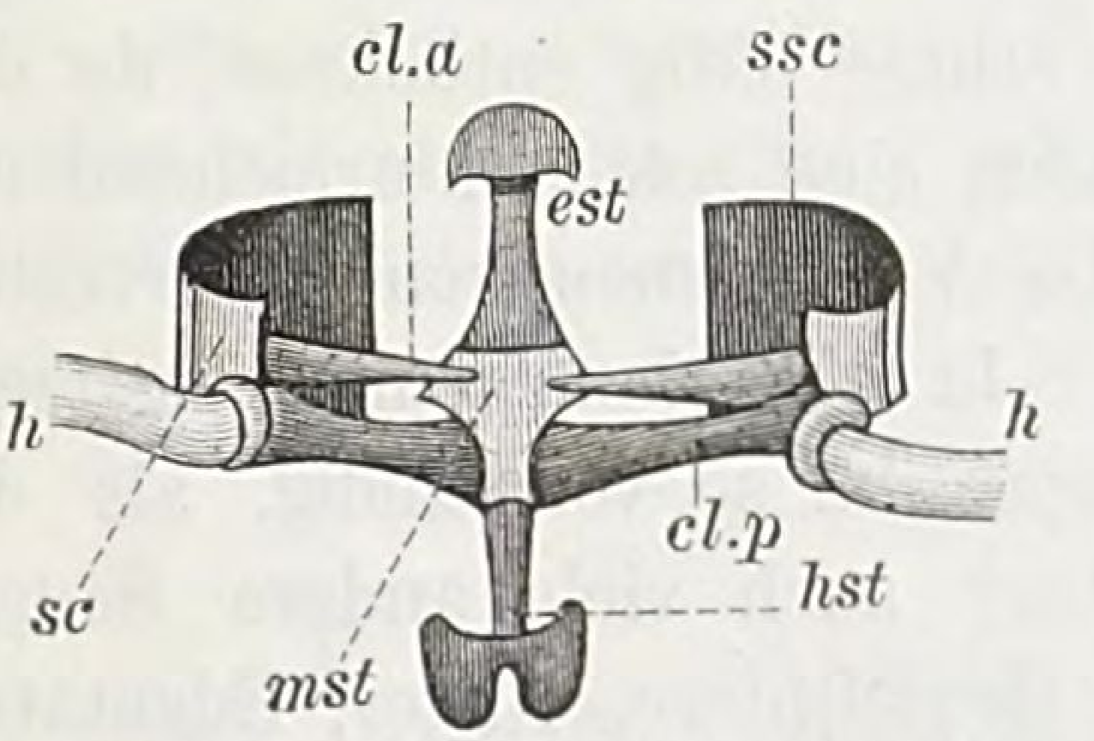


Fig. 370. Brustbein und Schultergürtel von Rana temporaria. *ssc* Suprascapulare. *sc* Scapulare. *h* Humerus. *cl.a* Clav. ant. *cl.p* Clavicul. post. *est* Episternum. *mst* Mesosternum. *hst* Hyposternum.

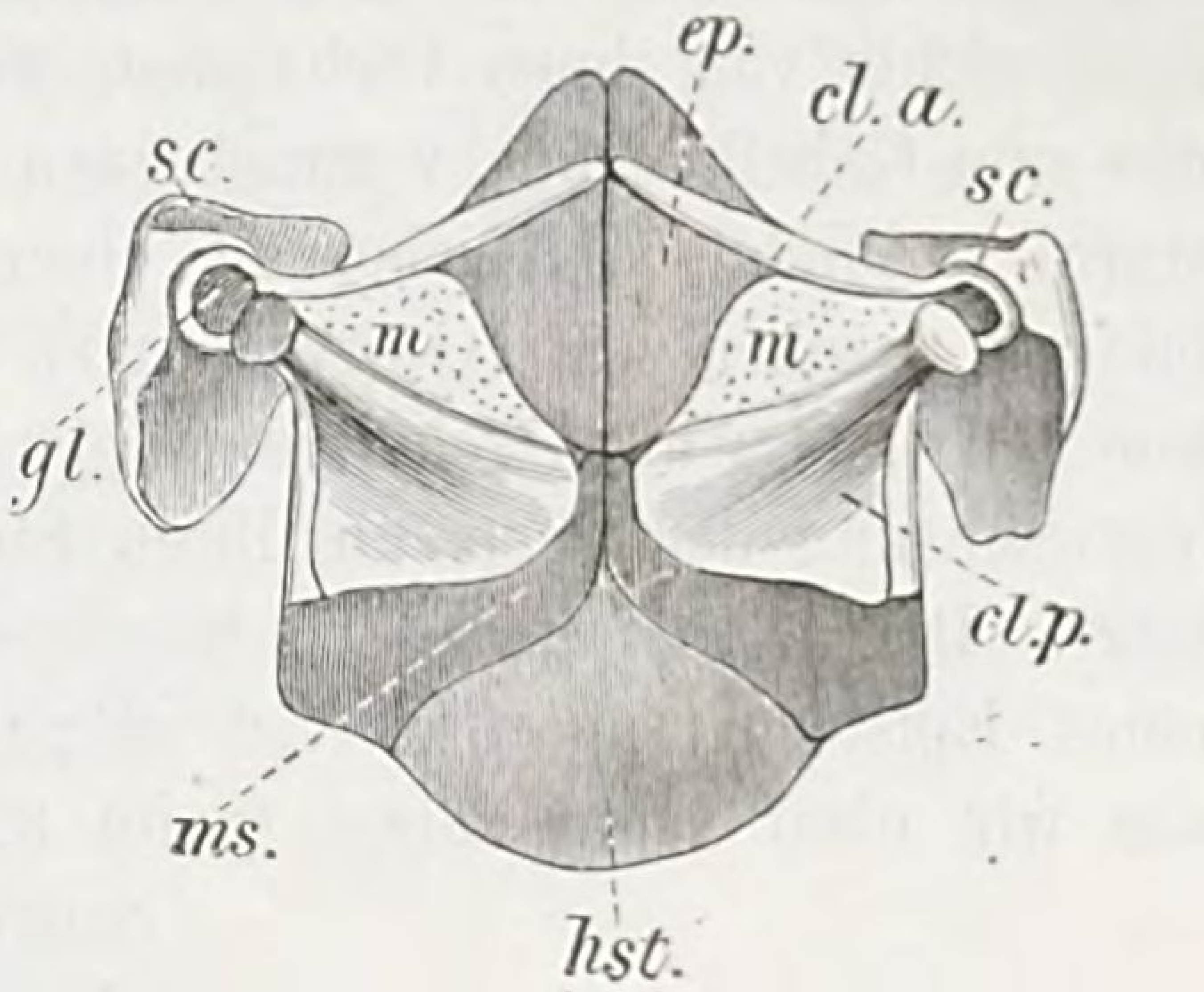


Fig. 371. Brustbein vom Pipa. *ep* Episternum. *ms* Mesosternum. *hst* Hyposternum. *sc* Scapula. *cl.a* Clavicula anterior. *cl.p* Clavicula posterior (*Os coracoideum*). *m* Häutig verschlossene Lücke. *gl* Gelenkpfanne für den Kopf des Oberarmbeins, vom Schulterblatt und Schlüsselbein gebildet.

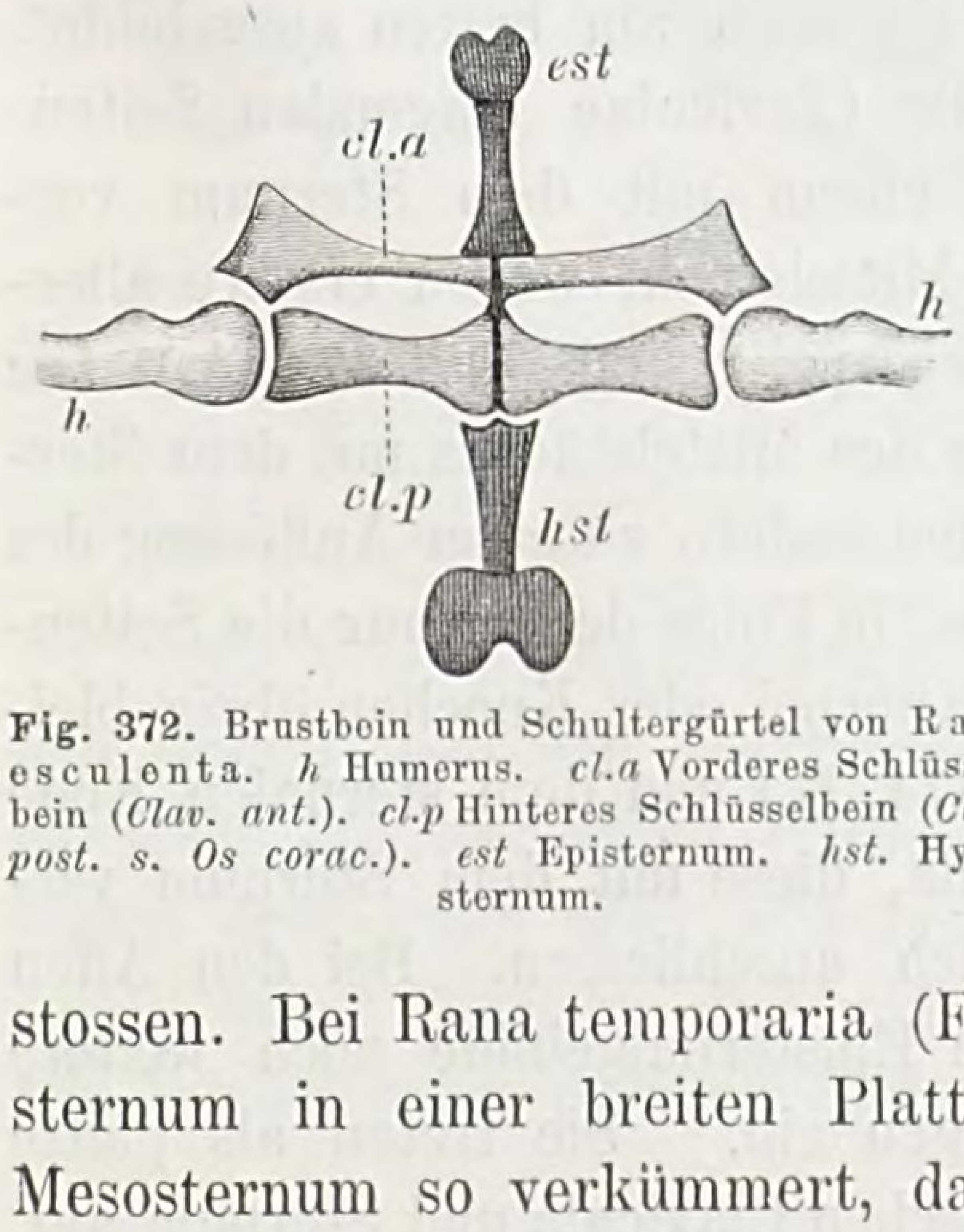


Fig. 372. Brustbein und Schultergürtel von Rana esculenta. *h* Humerus. *cl.a* Vorderes Schlüsselbein (*Clav. ant.*). *cl.p* Hinteres Schlüsselbein (*Clav. post. s. Os corac.*). *est* Episternum. *hst.* Hyposternum.

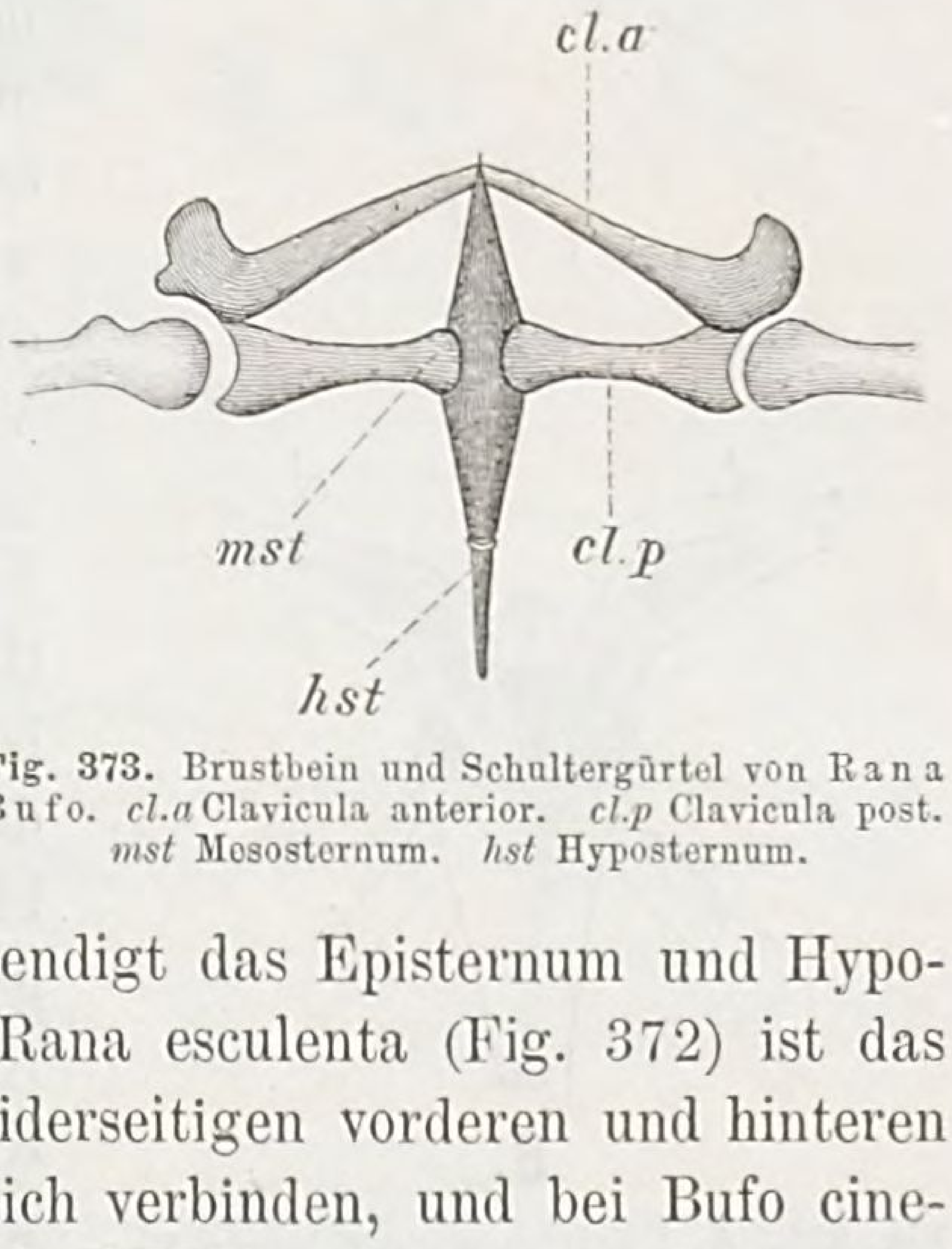


Fig. 373. Brustbein und Schultergürtel von Rana Bufo. *cl.a* Clavicula anterior. *cl.p* Clavicula post. *mst* Mesosternum. *hst* Hyposternum.

stossen. Bei Rana temporaria (Fig. 370) endigt das Episternum und Hyposternum in einer breiten Platte. Bei Rana esculenta (Fig. 372) ist das Mesosternum so verkümmert, dass die beiderseitigen vorderen und hinteren Schlüsselbeine unmittelbar mit einander sich verbinden, und bei Bufo cinereus (Fig. 373) ist das Episternum zurückgebildet.

d) *Ueber Episternalbildung der Wirbelthiere überhaupt.*

Während ein Episternum nur den Amphibien und unter den Säugethieren nur den Monotremen eigen zu sein schien, ist das Vorkommen von Episternalbildungen bei den Wirbelthieren doch verbreiteter, als man im

Allgemeinen anzunehmen geneigt war. Man findet sie namentlich bei solchen Thieren, welche vordere Schlüsselbeine, denen sie eine gewisse Stütze gewähren sollen, besitzen. Bei den Vögeln allerdings, ungeachtet diese sich sehr entwickelter vorderer Schlüsselbeine erfreuen, ist, wie es scheint, dennoch nichts von ihnen vorhanden, wenn man nicht die Bandmasse, welche die zum Gabelknochen verwachsenen vorderen Schlüsselbeine mit der Crista sterni verbindet, als Ueberrest einer im Untergang begriffenen Episternalbildung ansehen will (Gegenbaur). Die vorderen Schlüsselbeine der Vögel konnten indess auch schon einer derartigen Stütze völlig entbehren, da die Verwachsung derselben an ihren Sternalenden eine solche hinreichend ersetzt. Bei den Säugethieren hingegen ist das Vorkommen von Ueberresten eines Episternalapparates viel allgemeiner. Ja die Monotremen besitzen, wie wir oben schon sahen (Seite 326), sogar ihn so vollständig, als die Saurier. Aber auch viele andere Säugethiere, wie Beutelthiere, Nager, Edentaten (Schuppenthier, Ameisenfresser), Insectivoren, soweit sie Claviculae haben, zeigen mehr oder weniger deutlich Ueberreste [1]). Bei den Beutelthieren sind, nächst den Monotremen, sie noch am besten ausgebildet, aus zwei die Claviculae tragenden Seitenästen und einem mit dem Sternum verwachsenen Mittelstück, wovon erstere allerdings nur knorpelig sind (Fig. 374. A.). Die Verbindung des Mittelstückes mit dem Sternum führt bei andern zu einer Auflösung des Episternums, in Folge dessen nur die Seitentheile aus Knorpel oder Knochen übrig bleiben (Fig. 374. B.) und dem sternalen Ende der Clavicula, diese mit dem Sternum verbindend, sich anschliessen. Bei den Affen gehen diese Episternalgebilde noch weitere Rückbildungen ein. Sie treten als platte Knorpel zwischen Clavicula und Sternum auf, welche, wie beim Menschen, als Zwischengelenkknorpel erscheinen, aber die Beziehung zur Befestigung der Lage des sternalen Endes des Schlüsselbeines noch nicht aufgegeben haben. Mit dem Verlust der Schlüssel-

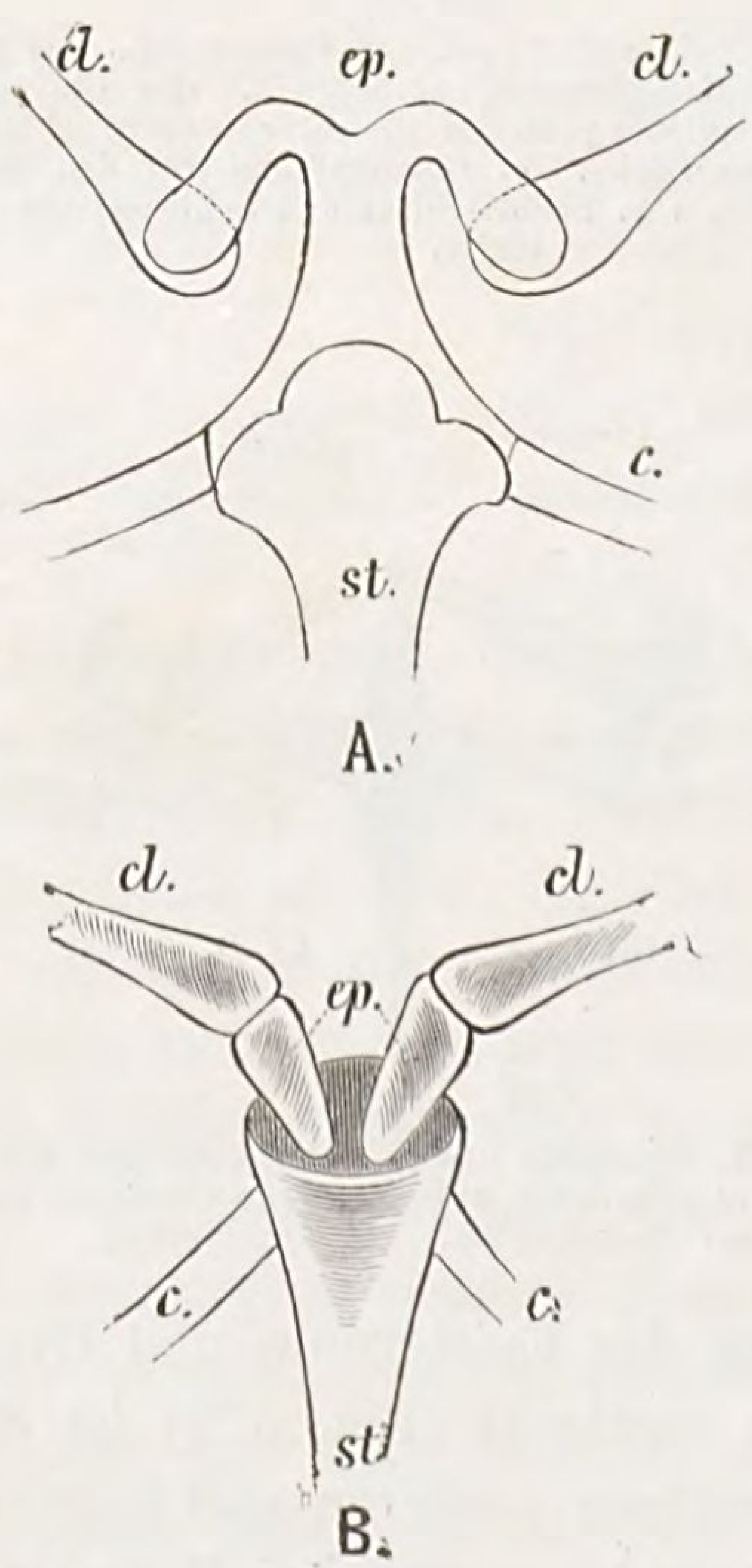


Fig. 374. **A.** Episternum einer jungen Beutelratte. *ep* Episternum (knorpelig). *st* Vorderes Ende des Sternums (ossificirt). *cl* Claviculae. *c* Erste Rippe. — **B.** Episternum vom Hamster von der dorsalen Fläche gesehen. In den knorpeligen Episternalstücken befinden sich Knochenkerne. Die Bezeichnung die gleiche, wie in A. (Nach Gegenbaur.)

[1]) Die früher s. g. Ossa suprasternalia.

beine gehen indess diese Seitenstücke des Episternums schliesslich auch unter. Doch scheint das vorn auf dem Sternum aufsitzende Mittelstück noch mehr oder weniger vorhanden zu bleiben. Wenigstens sitzt vorn auf dem Sternum der Robben (Fig. 331) und Carnivoren ein nach vorn sich verschmälernder schnabelartiger (dem verkümmerten Episternum der Krokodile ähnlicher) Knochenfortsatz auf, der eine solche Deutung zuliesse. (Gegenbaur[1]).

c) *Rumpfskelet der Fische.*

Da oben schon der einfacheren Anlage des Rumpfskelets der Leptocardier, Cyclostomen und Selachier gedacht wurde, so können wir uns darauf beschränken, hier vorwiegend nur das der Knochenfische in nähere Betrachtung zu ziehen. Es besteht aus Wirbelsäule und Rippen.

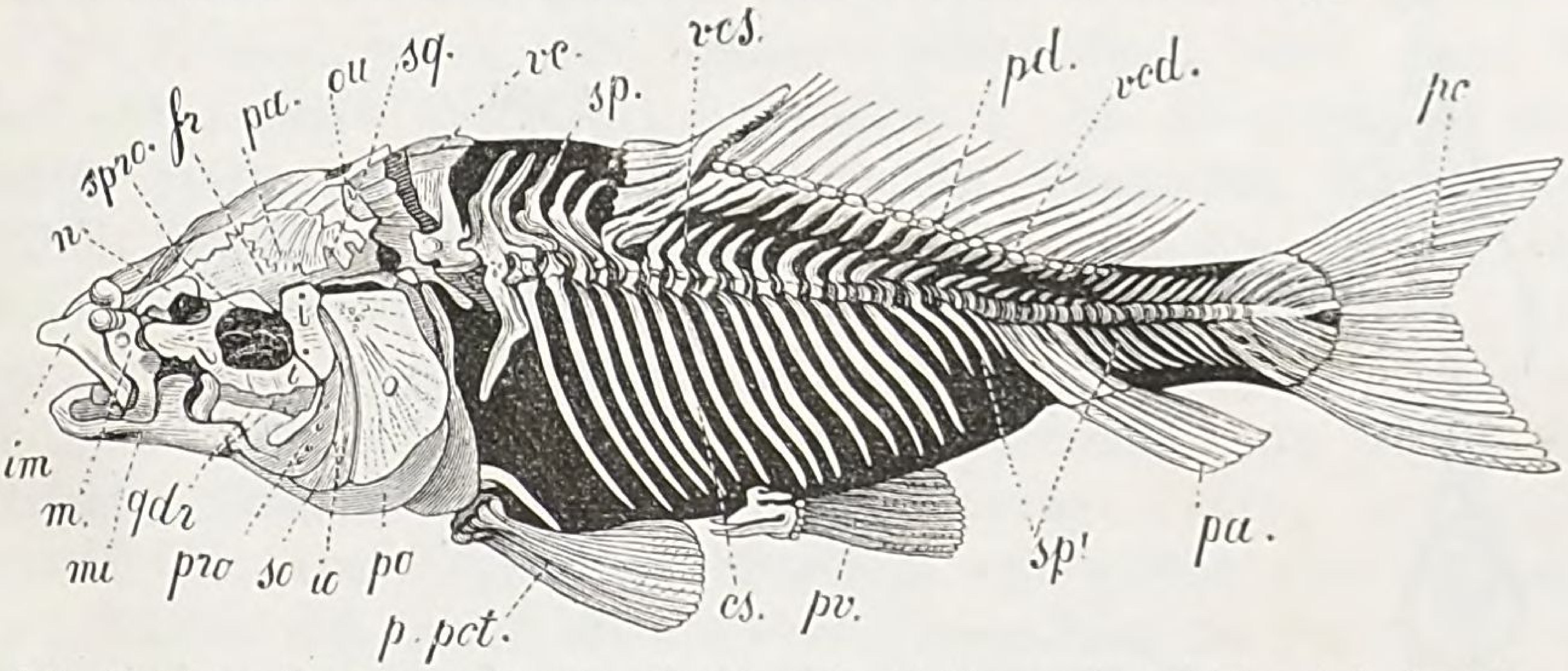


Fig. 375. Skelet von Cyprinus Carpio. Kopf. *o* Os occipitis. *pa* Os parietale. *fr* Os frontale. *n* Os nasale. *m* Os maxillare superius. *mi* Os maxillare inferius. *im* Os intermaxillare. *qdr* Os quadratum. *spro* Ossa supraorbitalia. *i* Ossa infraorbitalia. *sq* Os squamosum. *o* Operculum. *pro* Praeoperculum. *io* Interoperculum. *so* Suboperculum, oft mit dem vorhergehenden zu einem Stück verschmolzen. *po* Postoperculum. Rumpf. *vc* Die zwei ersten verschmolzenen Wirbel. *vcs* Rippentragende Wirbel. *vcd* Caudalwirbel. *sp* Process. spinosi und obere Wirbelbogen. *sp'* Untere Wirbelbogen und Process. spinosi inf. — Gliedmassen. *p.pct* Brustflossen (*Pinnae pectorales*). *pv* Bauchflossen (*Pinnae ventrales*). *pc* Schwanzflosse (*Pinna caudalis*). *pd* Rückenflosse (*Pinna dorsalis*). *pa* Afterflosse (*Pinna analis*).

Die Wirbelsäule zerfällt nur in zwei Abschnitte: in den rippentragenden Rumpf- und den Schwanztheil. Ein Halstheil ist nicht unterscheidbar, da schon die vordersten Wirbel Rippen zu tragen pflegen. Doch bisweilen fehlen dem ersten oder auch den beiden vordersten Wirbeln die Rippen (Fig. 375); daher Manche diese als Halswirbel anzusprechen geneigt sind. — Die Wirbelkörper haben biconcave Form (Fig. 376 *c*) und Chordareste bil-

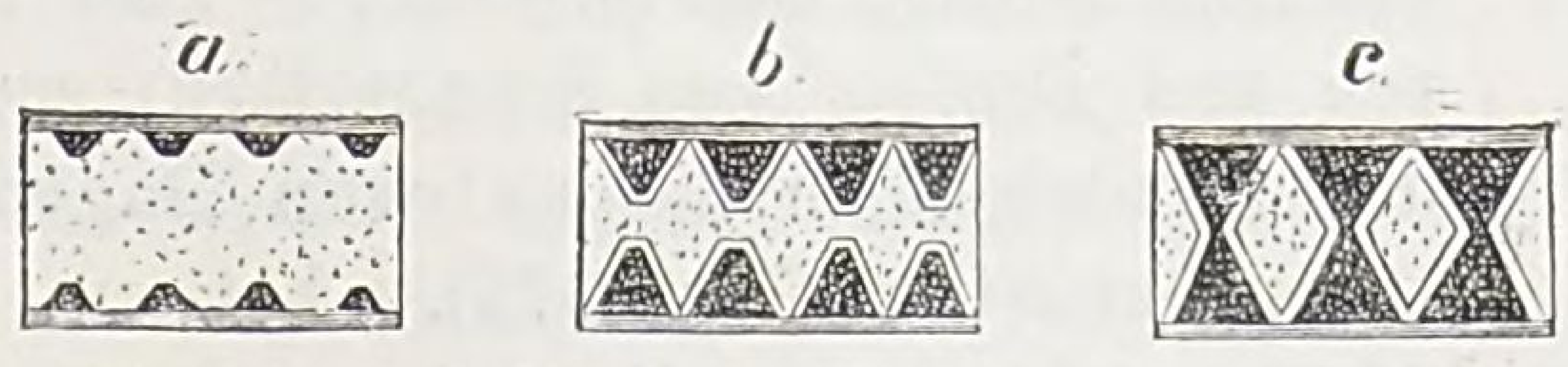
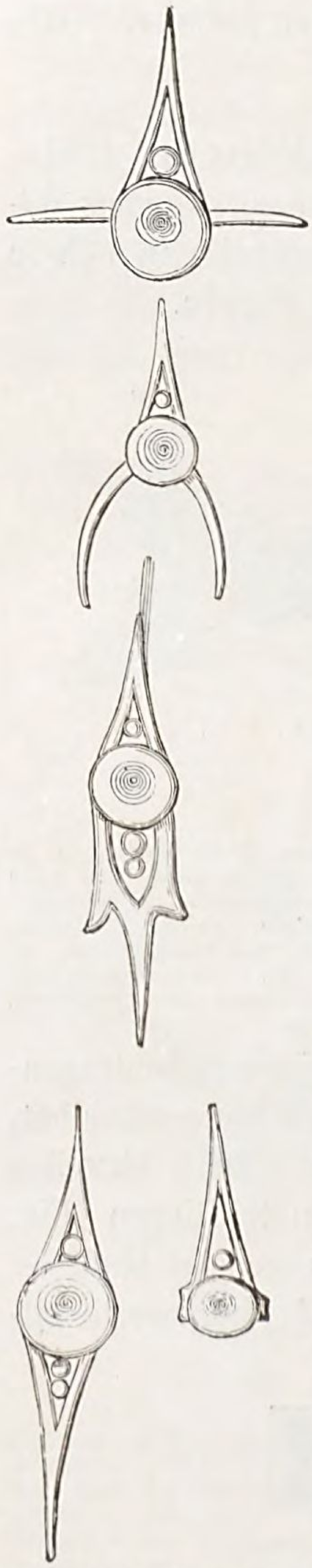


Fig. 376. Schema der Bildung der Wirbelkörper bei den Fischen.

den den Inhalt der biconvexen Höhlung, welche zwei Wirbelkörper trennt. Bisweilen sind sie in der Mitte noch von einer Oeffnung durchbohrt, was

[1]) Bezüglich des weitern Details sind nachzusehen dessen Grundzüge d. vergl. Anat. 2. Auflage 1870, und Jenaer Zeitschrift. Bd. I.

eine Verbindung der Chordareste bedingt und ein Fortbestehen einer früheren Entwicklungsstufe (Fig. 376 *b*) darstellt. Nur bei Lepidosteus haben die Wirbelkörper eine Form, wie bei den Amphibien, indem sie vorn einen Gelenkkopf und hinten eine Gelenkaushöhlung bilden.



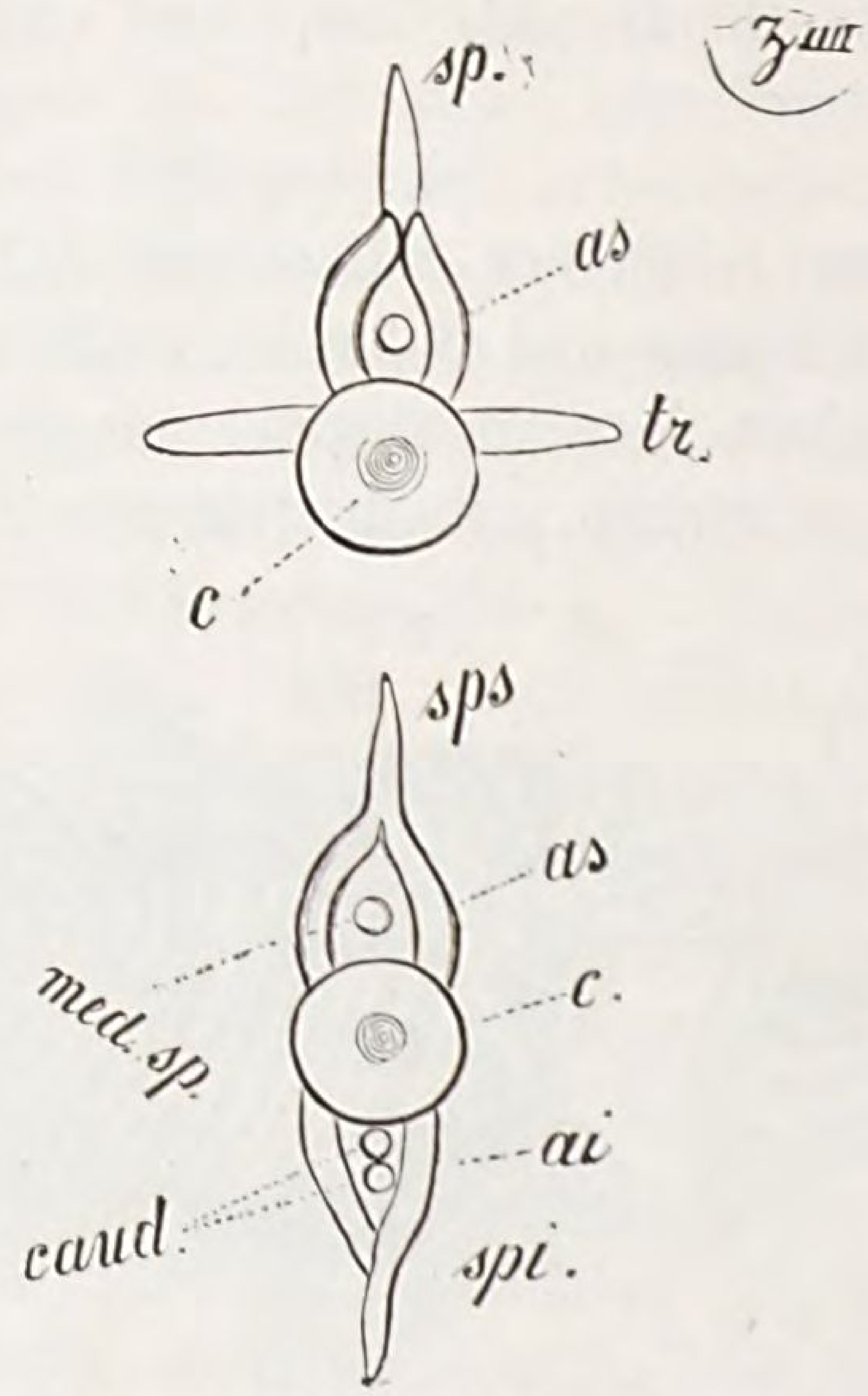


Fig. 378. Schema eines Fischwirbels. *c* Corpus. *as* Arcus superior. *sp* Processus spinosus. *tr* Processus transversus. *med.sp* Medulla spinalis. *sps* Processus spinosus superior. *ai* Arcus inferior. *caud* Vasa caudalia. *spi* Processus spinosus inferior.

An ihrer dorsalen Seite tragen die Wirbelkörper zur Umschliessung des Rückenmarkes die oberen Bogen, deren beide Schenkel bald mit einander verschmelzen und durch mediane Verlängerung die oberen Dornfortsätze (Fig. 377) bilden, bald aber getrennt bleiben, wo die letzteren besondere aufsitzende Stücke darstellen (Fig. 378). Seitwärts entsenden sie (am Rumpftheil) die Seiten- oder Querfortsätze, — zum Tragen der Rippen und abwärts (am Schwanztheil) zur Umschliessung der Caudalgefässe die unteren Bogen und unteren Dornfortsätze (Fig. 375). Letztere sind aus einer Abwärtsrichtung und Vereiniguug der Querfortsätze entstanden zu betrachten. Daher da, wo untere Bogen vorhanden sind, die Querfortsätze fehlen.

Fig. 377. Fischwirbel, den Uebergang der Processus transv. in die Bildung der unteren Bogen darstellend.

Nicht das Gleiche gilt indess für die unteren Bogen und unteren Dornfortsätze der Schwanzwirbel bei höheren Wirbelthieren

(Sauriern, Krokodilen, vielen Säugethieren, wie Cetaceen, Carnivoren); diese sind accessorische Bildungen und sitzen auf je zwei Wirbelkörpern zugleich auf. In dieselbe Categorie fallen auch die vorderen Fortsätze der Hals- und Brustwirbel vieler Vögel und die vorderen Fortsätze der Körper der Lendenwirbel des Hasen u. dgl.

Auch die Querfortsätze der höheren Wirbelthiere haben nicht die gleiche Bildung wie die der Fische. Jene sitzen auf dem Anfange der oberen Bogen, diese seitlich auf dem Wirbelkörper auf. Jene können noch vorhanden sein, wenn auch die Körper untere Bogen tragen.

Das Ende des Caudaltheils der Wirbelsäule bietet noch bemerkenswerthe Verschiedenheiten der letzten Wirbel dar, die mit der Entwicklung und Stärke der Schwanzflosse mehr oder weniger in Beziehung stehen.

Bei Fischen, welche keine besondere Schwanzflosse haben, nimmt die Grösse der hinteren Caudalwirbel allmählig ab, bis der letzte mit einer stumpfen Spitze das Ende bildet (Blennoiden, Taenioiden, Muraenoiden, Ophidini, Fistularia u. A.). Wo, wie bei den meisten Knochenfischen, eine ausgebildetere Schwanzflosse sich findet, und diese durch einen Ausschnitt in einen oberen und unteren Lappen zerfällt, — trägt der nach hinten sich etwas verjüngende und abflachende letzte Wirbel eine senkrechte, allmählig sich verbreiternde senkrechte Platte, welche entsprechend den zwei Lappen der Flossen in zwei gleiche, eine obere und untere, Hälften sich trennt, die aus einer Umwandlung der oberen und unteren Wirbelbogen hervorgehen. Bei manchen Fischen (Esox u. A.) sind indess die oberen Dornfortsätze und oberen Bogen der letzten Schwanzwirbel schwächer ausgebildet als die unteren, in Folge dessen das Ende der Wirbelsäule eine leichte Aufwärtskrümmung bildet und die unteren Fortsätze des letzten Wirbels einen grösseren Antheil am Tragen der Schwanzflosse nehmen, als die schwächeren oberen. Bei andern Fischen, besonders bei den Ganoiden, verkümmern die oberen Fortsätze in noch höherem Grade oder fehlen selbst ganz, während die unteren um so mächtiger entwickelt sich zeigen, in Folge dessen die Aufwärtskrümmung des Endes der Caudalwirbelsäule stärker wird, seine Spitze in den oberen Theil der Schwanzflosse hinein zu liegen kommt und die unteren Fortsätze, die eine nahezu horizontal nach hinten sehende Stellung dadurch erhalten haben, fast allein die Träger der Schwanzflosse abgeben. Auch bei den Cyprinoiden u. A. findet sich eine ähnliche Anordnung (Fig. 379), nur ist die Rückbildung der Körper der hintersten Schwanzwirbel und ihrer oberen Bogen noch weitergehend. Der hinterste Caudalwirbelkörper läuft in einen schief aufwärts in den oberen Theil der Schwanzflosse gerichteten, platten Stab aus, der aus der Verschmelzung mehrerer hinterster Caudalwirbel, deren obere Bogen ganz geschwunden sind, hervorgeht und bei jungen Thieren noch

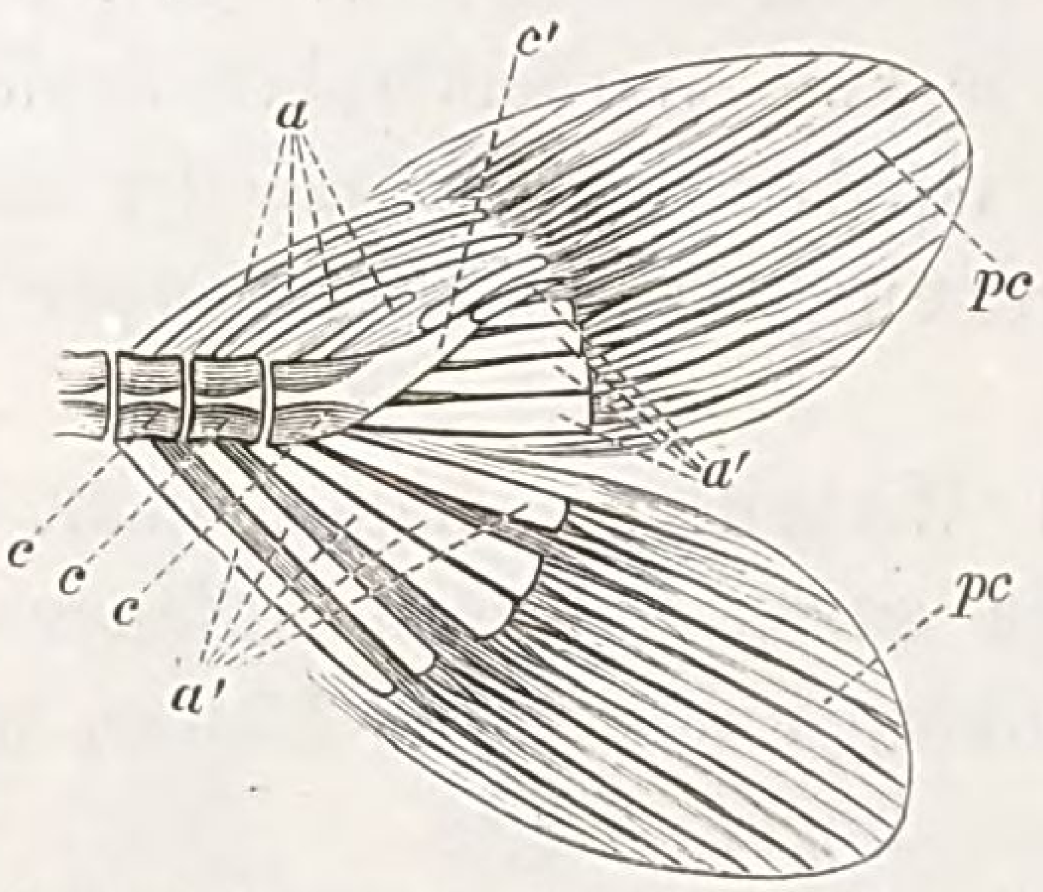


Fig. 379. Schwanzende der Wirbelsäule mit der Schwanzflosse von Cyprinus Carpio. *c* Hintere Caudalwirbelkörper. *c'* Schief aufwärts gerichteter platter Knochenstab, welcher aus einer Verschmelzung der verkümmerten hintersten Wirbelkörper hervorgegangen ist und das Ende der Chorda dorsalis einschliesst. *a* Die oberen Wirbelbogen mit den oberen Dornfortsätzen der hinteren Caudalwirbel, welche den oberen Lappen der Schwanzflosse noch theilweise tragen. *a'* Die unteren Bogen und Bogenüberreste, welche in zwei Abtheilungen geschieden sind, von welchen die untere den unteren Lappen der Schwanzflosse allein trägt, die obere dagegen nur vorwiegend den oberen Lappen tragen hilft.

deutlich das hintere Ende der Chorda einschliesst. Die unteren Bogen (Fig. 379 *a'*) dieser hinteren Schwanzwirbel sind dagegen sämmtlich vorhanden und stellen mit den Flächen seitwärts sehende längliche Platten dar, welche hauptsächlich die Träger der Schwanzflosse abgeben. Sie sind entsprechend den beiden Lappen der letzteren *(pc)*, in zwei Abtheilungen, eine obere und untere, geschieden, was diesem Traggerüst der Schwanzflossen einige Aehnlichkeit mit dem jener Fische gibt, bei welchen die oberen Bogen der letzten Schwanzwirbel noch die gleiche Ausbildung als die untern behielten. Die obere Abtheilung dieser unteren Bogenreste trägt hauptsächlich den oberen Lappen, während die untere den einzigen Träger des unteren bildet.

Die Rippen erstrecken sich, wo sie vorhanden sind, über den ganzen Rumpftheil der Wirbelsäule (Fig. 380). Nur ausnahmsweise tragen auch

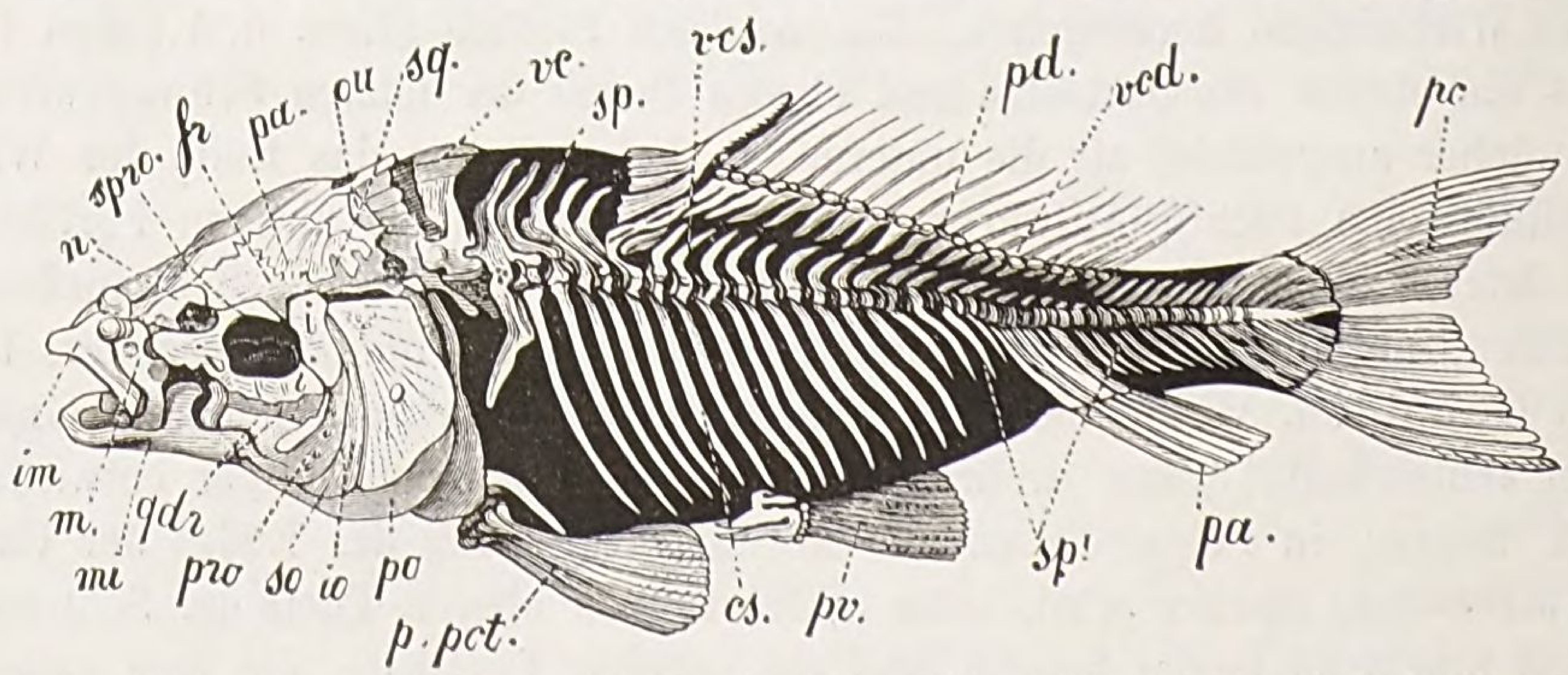


Fig. 380. Skelet von Cyprinus Carpio. Kopf. *o* Os occipitis. *pa* Os parietale. *fr* Os frontale. *n* Os nasale. *m* Os maxillare superius. *mi* Os maxillare inferius. *im* Os intermaxillare. *qdr* Os quadratum. *spro* Ossa supraorbitalia. *i* Ossa infraorbitalia. *sq* Os squamosum. *o* Operculum. *pro* Praeoperculum. *io* Interoperculum. *so* Suboperculum, oft mit dem vorhergehenden zu einem Stück verschmolzen. *po* Postoperculum. Rumpf. *vc* Die zwei ersten verschmolzenen Wirbel. *vcs* Rippentragende Wirbel. *vcd* Caudalwirbel. *sp* Process. spinosi und obere Wirbelbogen. *sp'* Untere Wirbelbogen und Process. spinosi inf. — Gliedmassen. *p.pct* Brustflossen *(Pinnae pectorales)*. *pv* Bauchflossen (*Pinnae ventrales*). *pc* Schwanzflosse (*Pinna caudalis*). *pd* Rückenflosse (*Pinna dorsalis*). *pa* Afterflosse (*Pinna analis*).

die vorderen Schwanzwirbel noch Rippen, um dann die weit nach hinten sich erstreckende Schwimmblase zu umschliessen. Bei den Fischen, welche eine noch wenig veränderte Chorda dorsalis bleibend besitzen, fehlen sie

entweder ganz (Leptocardier, Cyclostomen) oder sind doch unvollkommen ausgebildet (Störe). Auch bei den Selachiern sind sie noch sehr rudimentär. Bei den Knochenfischen dagegen pflegen sie so entwickelt zu sein, dass sie der Leibeswand eine wesentliche Stütze gewähren können, obschon auch hier an Fällen es gar nicht mangelt, wo ebenfalls die Rippen gänzlich fehlen (Lophobranchier, die meisten Plectognathen, Lophius, Malthaea, Fistularia u. A.). Nie werden ihre ventralen Enden durch ein Brustbein verbunden. Daher sie nur s. g. falsche Rippen *(Costae spuriae)*, wie bei den Schlangen, sind. Bei manchen Knochenfischen (Clupeïden) findet sich zwar im Brustbein ähnliche Bildung vor. Allein es sind dies Knochen, welche aus Ossificationen der unmittelbar darüber liegenden äusseren Haut hervorgehen, sonach es eine dem Hautskelet zugehörige Bildung ist.

β) Von dem Skelet der Gliedmassen (Extremitates) der Wirbelthiere.

Sie zerfallen in die Gliedmassen im engeren Sinne und in die Träger derselben — Gliedmassengürtel —, Letztere stellen Knochenbogen dar, welche dorsalwärts offen sind und mit ihrer Höhlung den Rumpf umfassen. Der Träger der hinteren Gliedmassen — Beckengürtel — umfasst das hintere Ende der Rumpfhöhle und nimmt in seinen hinteren offenen Theil die Wirbelsäule auf, mit welcher er unbeweglich sich verbindet. Er bildet mit diesem Abschnitte der letzteren das Becken *(Pelvis)*. Der Träger der vorderen Gliedmassen — Schultergürtel — umlagert sehr beweglich den vorderen Theil des Thorax und ist mit der Wirbelsäule nicht verbunden.

Jeder dieser Gliedmassengürtel besteht aus zwei Seitenhälften, welche ventralwärts entweder unmittelbar (Beckengürtel) oder mittelbar (Schultergürtel) mit einander vereinigt sind, während dorsalwärts nur der Beckengürtel, durch Vereinigung mit der Wirbelsäule, geschlossen ist, der Schultergürtel dagegen dahin offen zu bleiben pflegt.

Jede Bogenhälfte besteht wieder aus drei typischen Stücken, welche da untereinander zusammenstossen, wo aussen die Gelenkpfanne sich befindet, die den Gelenkkopf für die Gliedmasse aufnimmt. Eines von den drei Stücken liegt von der Gelenkpfanne dorsalwärts, ist meistens von mehr oder weniger breiter platter Gestalt und bildet beim Beckengürtel das Darmbein *(Os ilei s. ilium)* — beim Schultergürtel das Schulterblatt *(Scapula)*, während die beiden anderen Stücke, ventralwärts von der Gelenkpfanne liegend, beim Beckengürtel, das Schoosbein *(Os pubis)* und Sitzbein *(Os ischii)* — beim Schultergürtel das vordere Schlüsselbein *(Clavicula s. Clavicula anterior)* und das hintere Schlüsselbein (*Clavicula posterior s. os coracoideum)* darstellen. Schoos- und Sitzbein beim Beckengürtel und die beiden Schlüsselbeine beim Schultergürtel sind Strebepfeiler, welche der

Pfanne des Schulter- und Hüftgelenkes eine festere Lage gewähren und Widerstand leisten sollen gegenüber dem Zuge von Muskeln, welche die Gliedmassen im Schulter- und Hüftgelenk bewegen. Sie sind daher auch da am stärksten und vollkommensten entwickelt, wo diese von ihnen geforderte mechanische Leistung am grössten sein muss.

a) *Beckengürtel der Wirbelthiere.*

aa) Beckengürtel der Säugethiere.

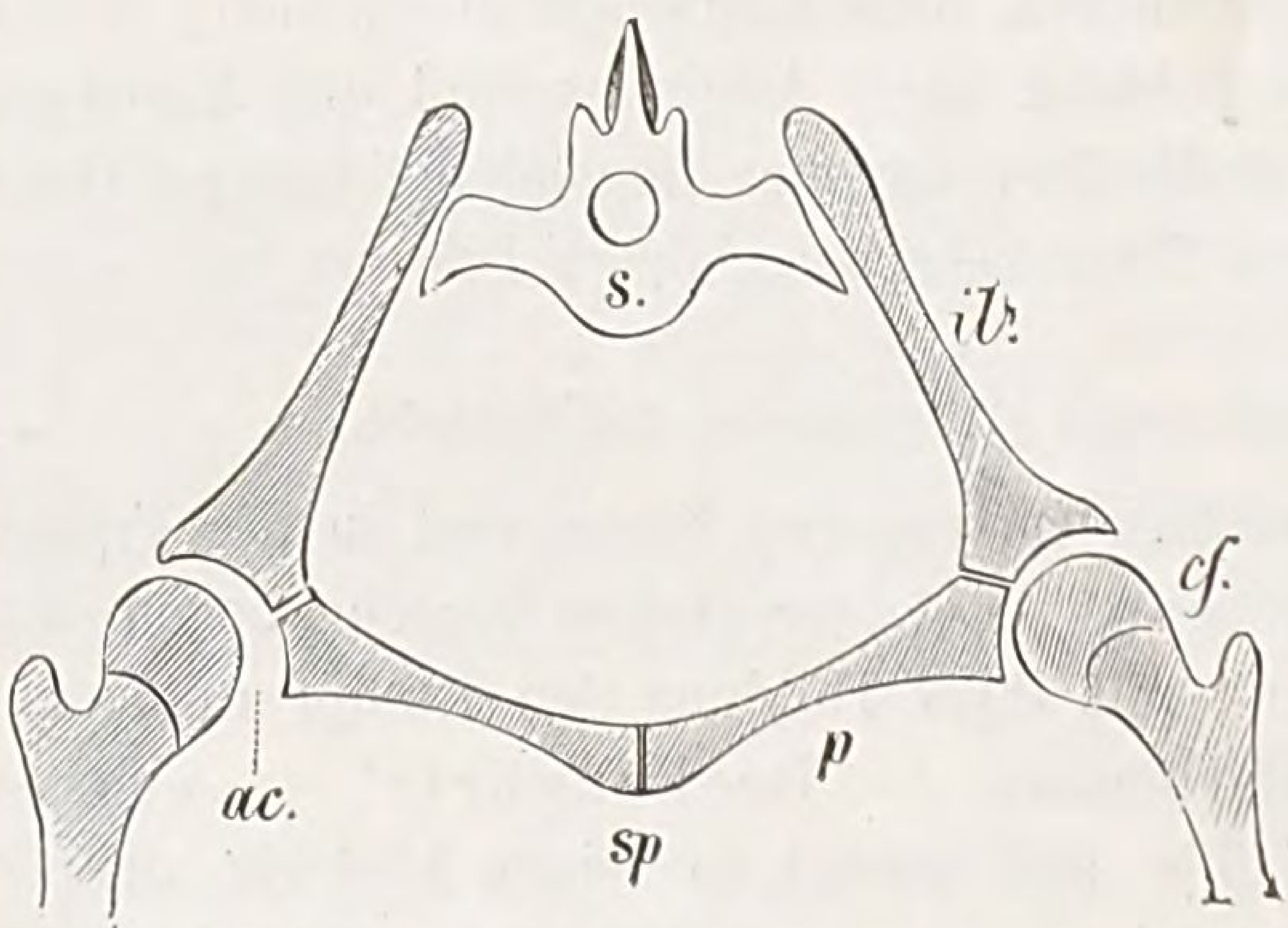


Fig. 381. Schema des Beckengürtels. *s* Beckentheil der Wirbelsäule (*Os sacrum*). *il* Darmbein (*Os ilium*). *p* Schoosbein (*Os pubis*). *sp* Schoosfuge (*Symphysis oss. pub.*). *ac* Hüftpfanne. *cf* Caput femoris.

Er stellt mit dem Kreuztheil der Wirbelsäule, mit dem er meistens durch Synchondrose und starke Bänder fest verbunden ist, einen kräftigen Knochenring dar, dessen beide Bogenhälften — Ossa innominata — am ventralen Ende durch eine Symphyse fest mit einander verbunden sind. Die nächste und wichtigste Bestimmung des Beckengürtels ist, den hinteren Gliedmassen und deren Muskeln eine feste Stütze zu gewähren. Daher da, wo die Gliedmassen fehlen, wie bei den Cetaceen, auch der Gliedmassengürtel fehlt. Bei den Cetaceen ist zwar ein Rudiment des Beckens (Fig. 382 *P*) vorhanden, allein dasselbe

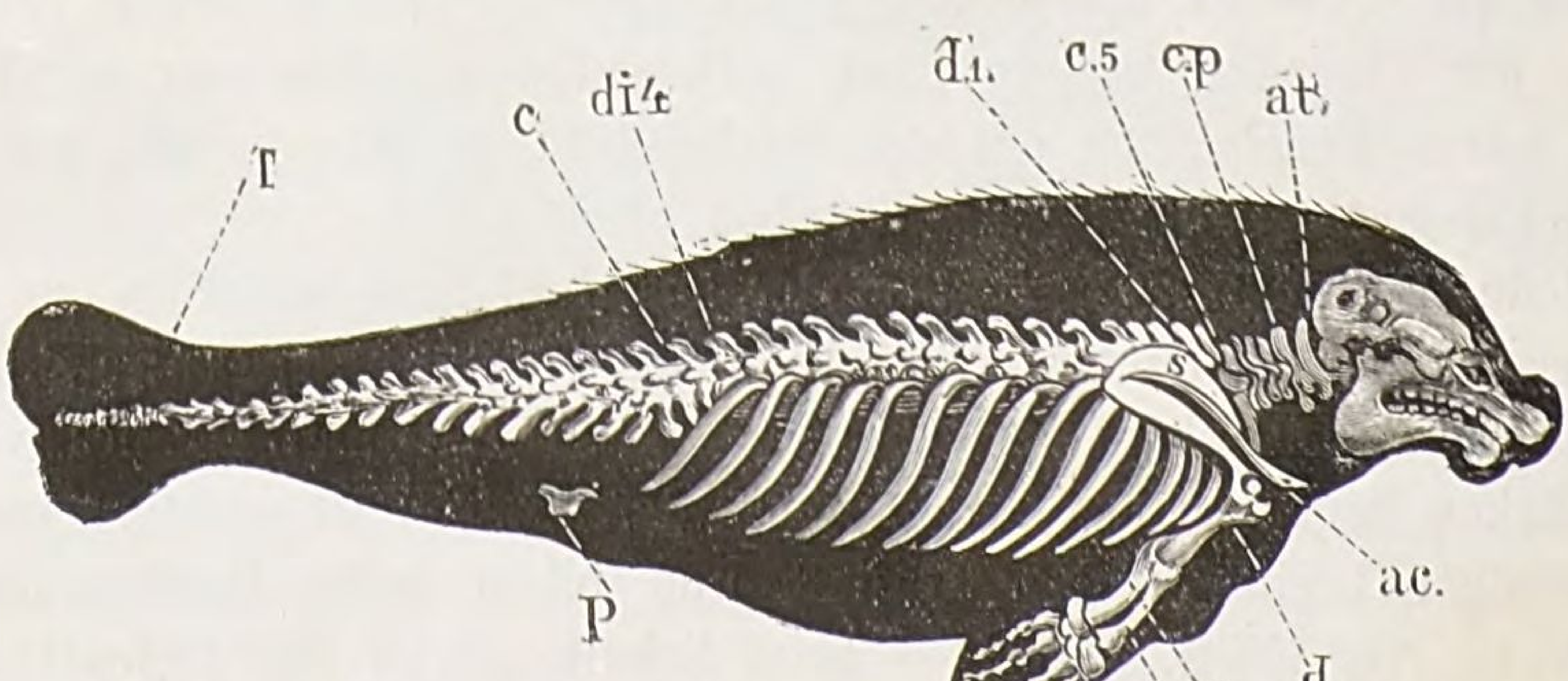


Fig. 382. Skelet von Manatus australis. *at* Atlas. *cp* Zweiter Halswirbel. *c.6* (statt *c.5*) Sechster Halswirbel. *d.1* Erster Dorsalwirbel (im Holzschnitt ist fälschlich auf den zweiten Dorsalwirbel hingewiesen). *d.14* Letzter (14.) Dorsalwirbel. *l—c* Lumbocaudalwirbel (im Holzschnitt sind *l—c* unverbunden und verkehrt dargestellt). *P* Rudimentäres Becken. *s* Schulterblatt (*Scapula*). *ac* Acromion. *h* (statt d) Oberarm. *u* Ulna. *r* Radius.

steckt im Fleische und hängt nur lose mit der Wirbelsäule zusammen. Die Anwesenheit dieses schwachen Beckenrestes ist hier offenbar durch die Be-

ziehung bedingt, in welcher das Becken auch noch zur Befestigung der Corpora cavernosa penis steht, dem es noch zur festen Stütze dient. Die jede Bogenhälfte des Beckens zusammensetzenden drei Stücke — Darmbein — Schoosbein und Sitzbein — verwachsen gewöhnlich, wie beim Menschen, bald zu dem Hüftbein *(Os coxarum s. innominatum)* mit einander, wodurch die Festigkeit des Beckens sehr vermehrt wird. Wo die nöthige Festigkeit des Beckenringes durch knöcherne Verwachsung der Ossa innominata mit dem Kreuzbein schon erzielt wird, kann der Schluss durch die Schoosfuge sich lösen und der Beckengürtel (ähnlich wie bei den Vögeln) an seiner ventralen Seite sich öffnen, wie dies besonders bei manchen

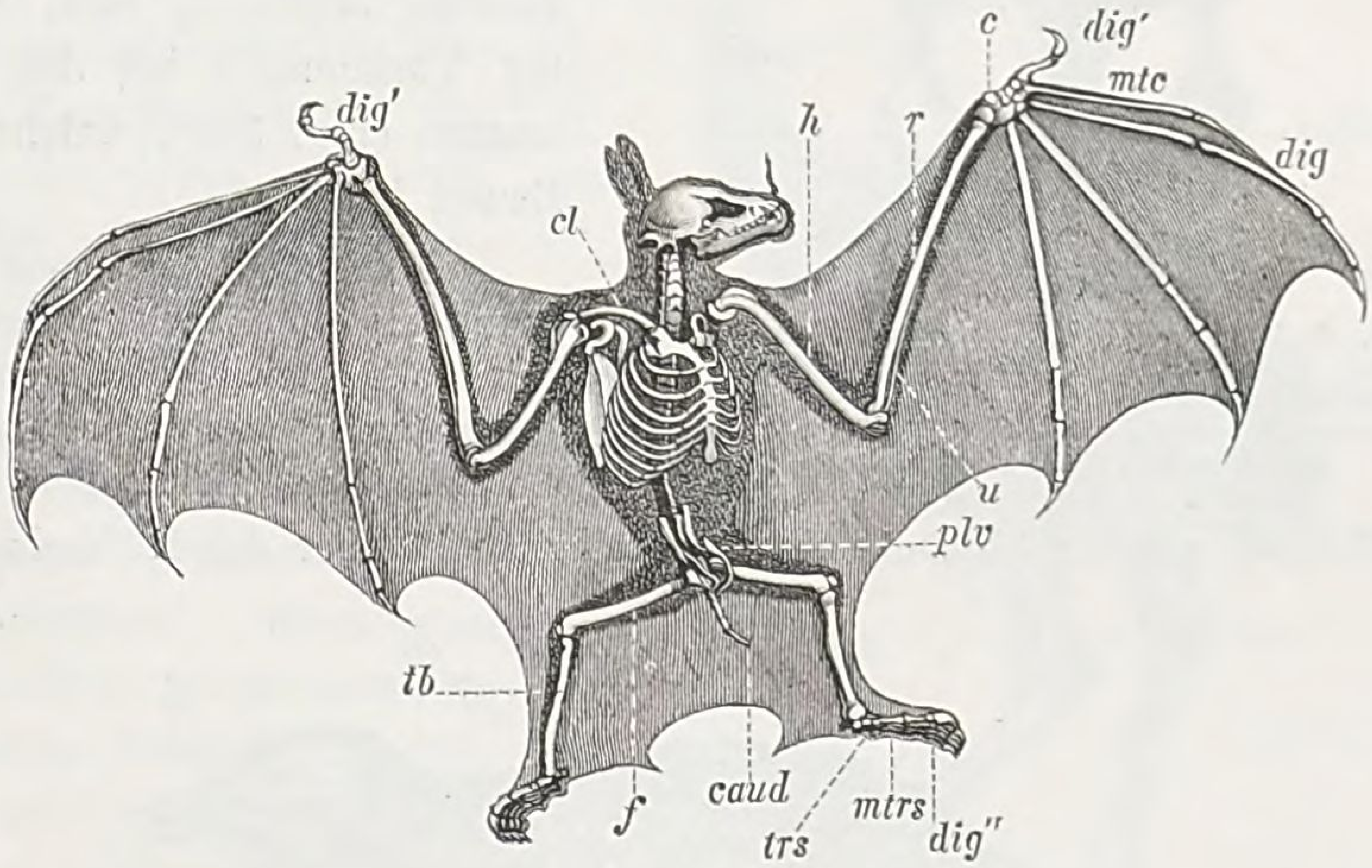


Fig. 383. Skelet einer Fledermaus (Blattnase, *Phyllostoma hastatum*), nach D'Alton. *cl* Schlüsselbein (*Clavicula*). *h* Os humeri. *r* Radius. *u* Ulna. *c* Carpus. *mtc* Metacarpus. *dig* Finger. *dig'* Daumen, einen Krallennagel tragend. *plv* Becken (*Pelvis*), an der Stelle der Schoosfuge offen. *f* Os femoris. *tb* Tibia. *trs* Tarsus. *mtrs* Metatarsus. *dig''* Zehen. *caud* Schwanz (*Cauda*).

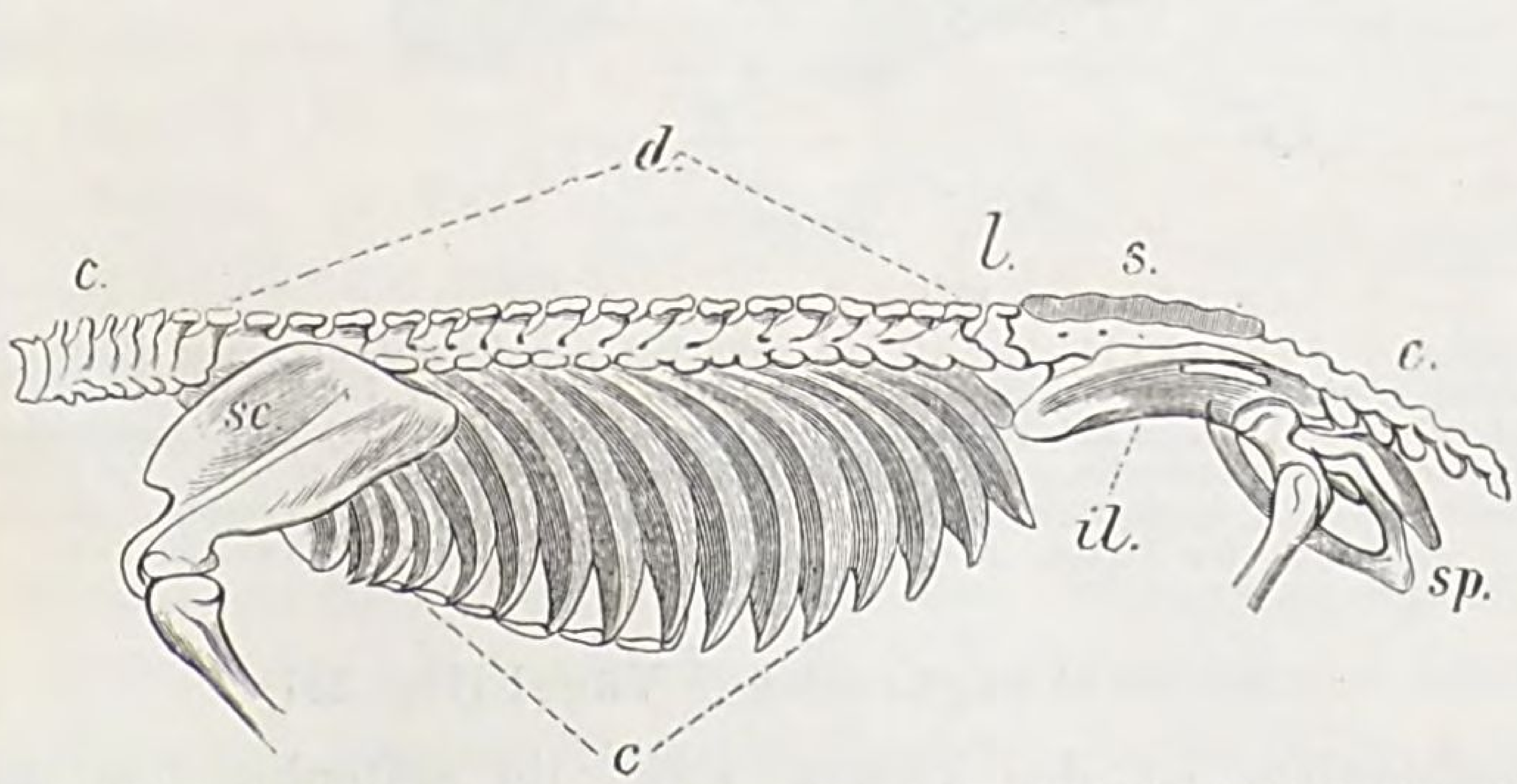


Fig. 384. Rumpfskelet von Myrmecophaga didactyla. *c* Halstheil der Wirbelsäule. *d* Dorsaltheil. *l* Lendentheil. *s* Sacraltheil, mit dem Becken verwachsen. *c* Anfang des Caudaltheils. *il* Darmbein. *sp* Offene Schoosfuge. *sc* Scapula. *c* Rippen, welche von ungewöhnlicher Breite, dachziegelförmig derart übereinander sich legen, dass der hintere Rand jeweils den vorderen der dahinter folgenden Rippe deckt.

Chiropteren (Fig. 383), beim Ameisenfresser (Fig. 384), beim Faulthier (Fig. 330), Maulwurf u. A. der Fall ist.

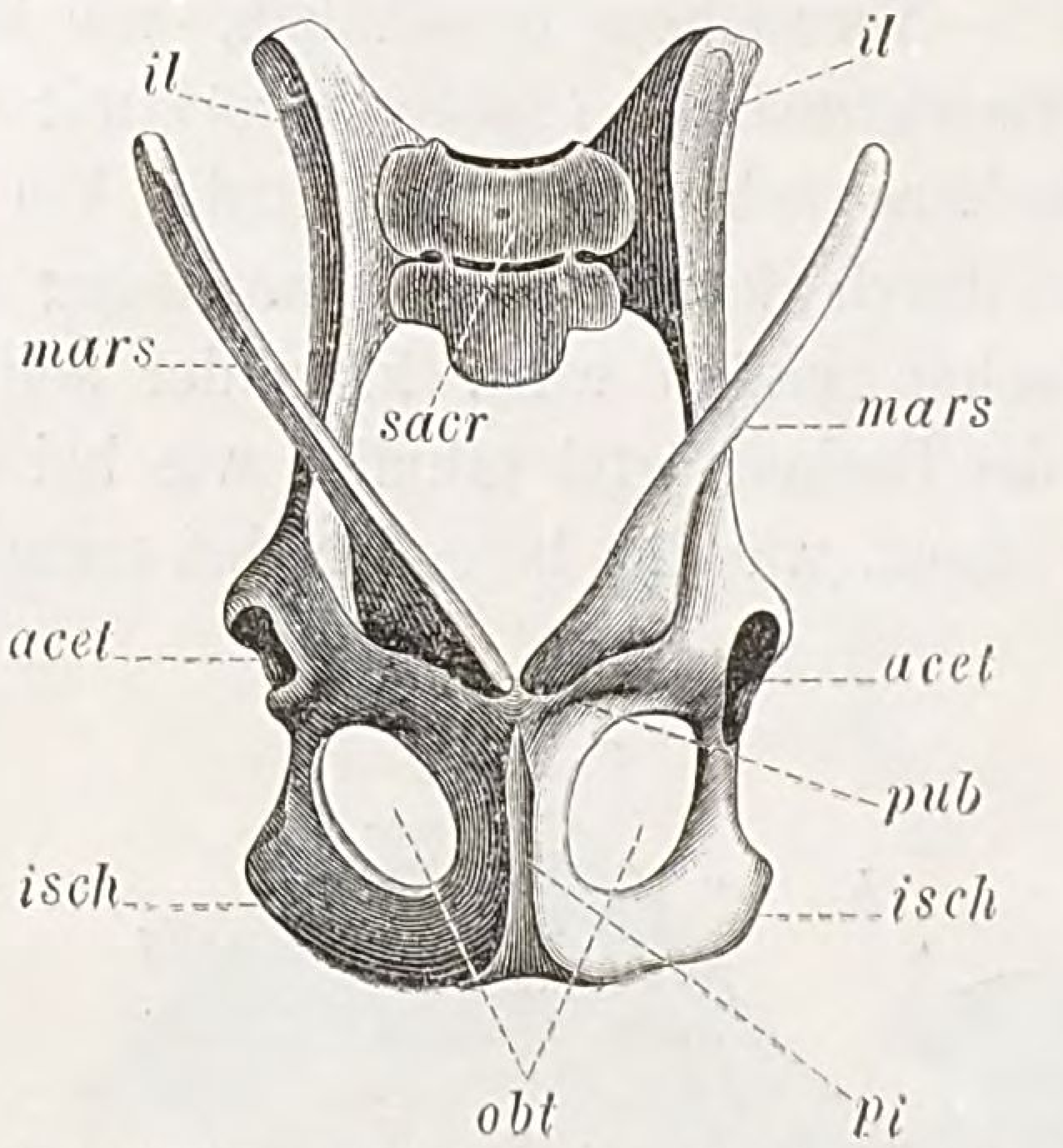


Fig. 385. Becken von Didelphis virginiana (nach d'Alton). *sacr* Kreuzbein, die Darmbeine (*il*) tragend. *isch* Sitzbeine. *pub* Schoosbein. *pi* Schoos-Sitzbeinfuge. *obt* Foramina obturatoria. *acet* Hüftgelenkpfanne. *mars* Beutelknochen (*Ossa marsupialia*).

Bei den Beutelthieren (Fig. 385) und den Monotremen (Fig. 386) kommen am Becken noch zwei accessorische Knochen, die s. g. Beutelknochen *(mrs) (Ossa marsupialia)* vor, welche vorn auf dem Schoosbein aufsizzen und die Bauchwand stützen. Dass sie nicht zur Stütze des Beutels bestimmt sind, beweist ihr Vorkommen bei den Monotremen (Fig. 386), welche keine Beutel besitzen.

Manche Anatomen gebrauchen die Bezeichnung Hüftbein als gleich bedeutend mit Darmbein, was unrichtig ist. Letzteres ist gleich dem Schoos- und Sitzbein, nur ein Abschnitt des Hüftbeins, nicht aber das Hüftbein selbst.

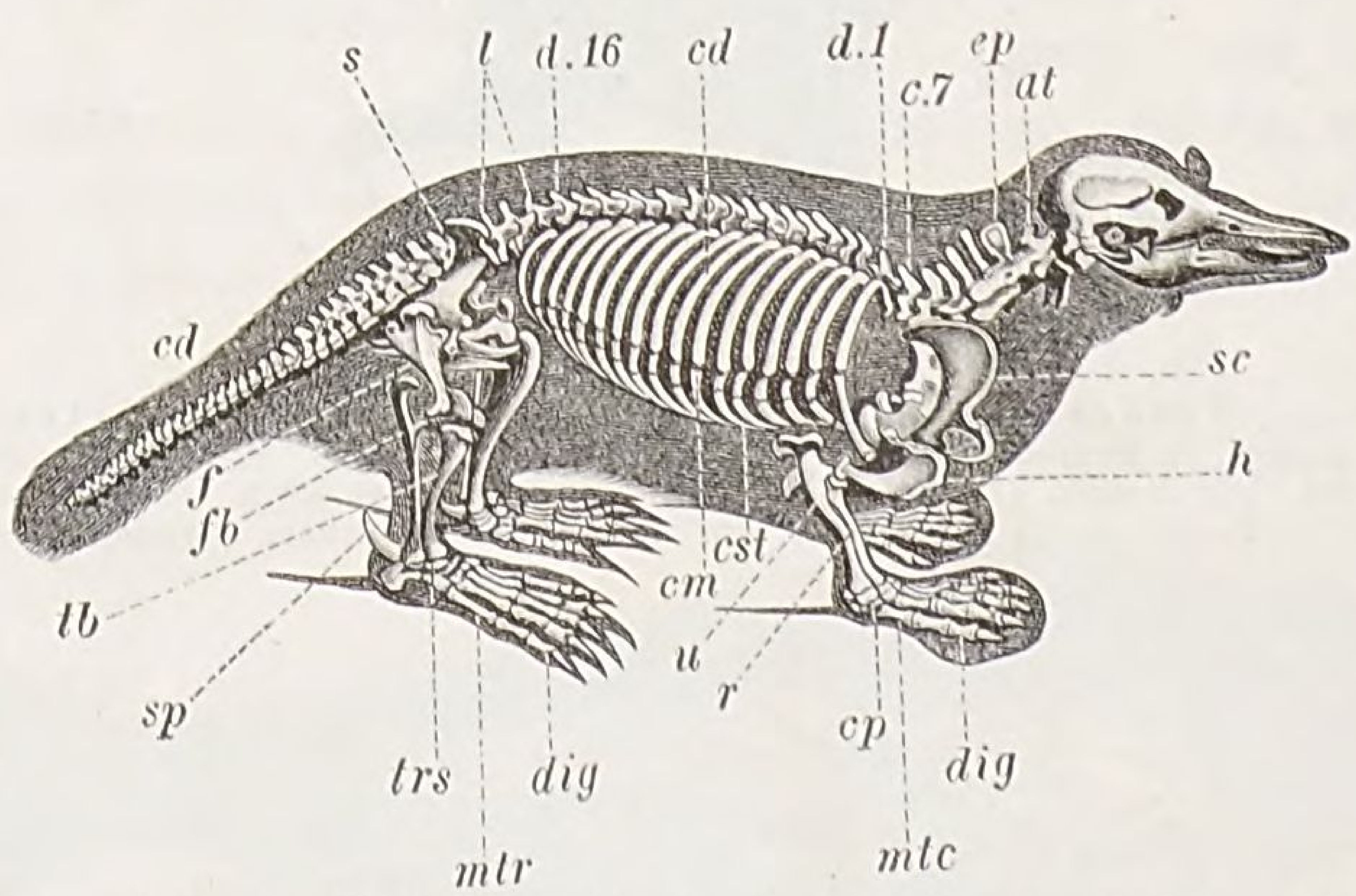


Fig. 386. Skelet vom Schnabelthier (*Ornithorhynchus paradoxus*). *at* Erster Halswirbel (*Atlas*). *ep* Zweiter Halswirbel (*Epistropheus*). *c.7* Siebenter Halswirbel. *d.1* Erster Dorsalwirbel. *d.16* Letzter Dorsalwirbel (16). *l* Lendenwirbel (3). *s* Sacralwirbel (2 + 1). *cd* Caudalwirbel (19). *cd* Costae vertebrales (16). *cm* costae medianae. *cst* Costae sternales. *sc* Scapula. *h* Humerus. *r* Radius. *u* Ulna. *cp* Carpus. *mtc* Metacarpus. *dig* Finger (*Digiti*), durch Schwimmhäute verbunden. *f* Oberschenkel (*Femur*). *tb* Tibia. *fb* Fibula. *sp* Sporn. *trs* Tarsus. *mtr* Metatarsus. *dig* Zehen (ohne Schwimmhäute).

bb) Beckengürtel der Vögel (Fig. 387).

Eigenthümlich ist den Vögeln, dass die Seitenknochen des Beckengürtels — die Hüftbeine — mit der Wirbelsäule stets knöchern verwachsen sind und oft über ihr zu einem die Kreuzwirbel überdeckenden

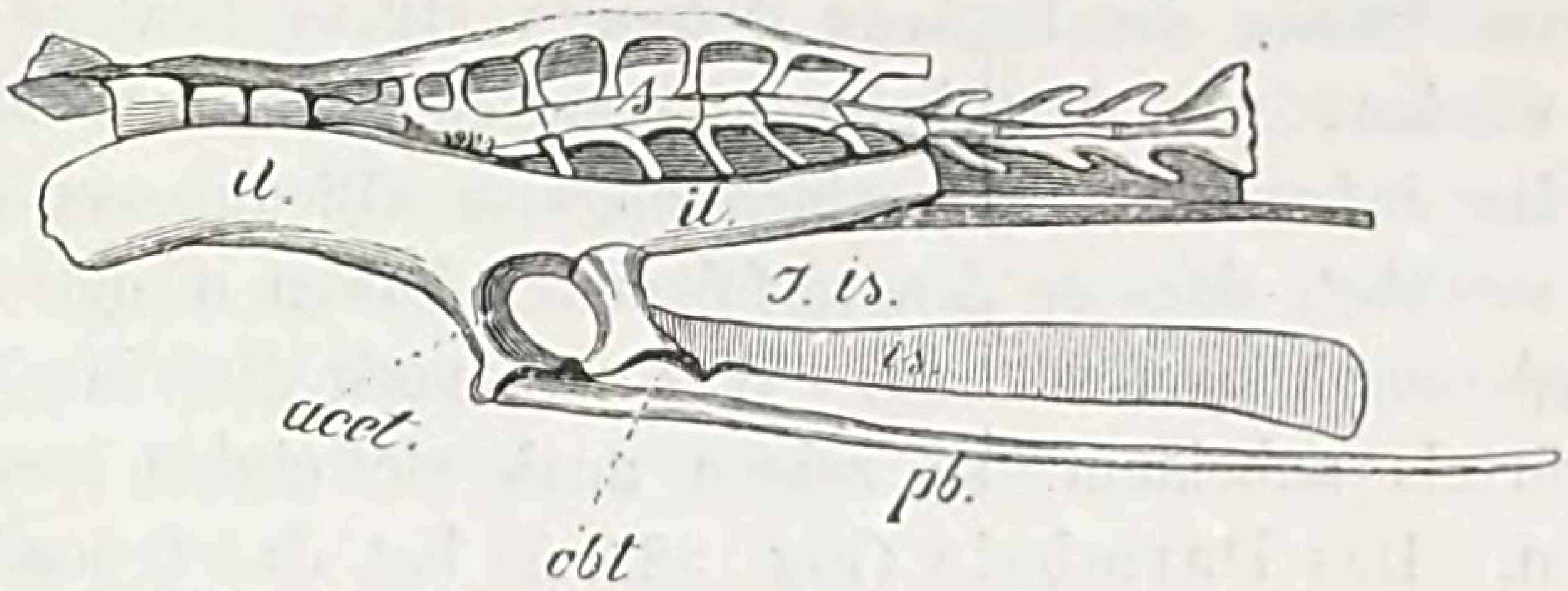


Fig. 387. Skelet des Vogelbeckens. *s* Kreuz- oder Beckentheil der Wirbelsäule (*Os sacrum*). *il* Darmbein (*Os ilium*). *is* Sitzbein (*Os ischii*). *pb* Schoosbein (*Os pubis*). *J.is* Incisura ischiadica. *obt* Foramen obturatorium. *acet* Acetabulum.

Knochengewölbe von beiden Seiten zusammenfliessen (Fig. 388 *plv*). Eine weitere bemerkenswerthe Eigenthümlichkeit des Vogelbeckens ist der Mangel des ventralen Schlusses, die Eröffnung der Schoosfuge (Fig. 387), was den Vögeln übrigens hinsichtlich des Eierlegens sehr zu Statten kommt. Nur der afrikanische Strauss macht eine Ausnahme, indem sein Becken unten geschlossen ist. Auch beim Adler pflegt ein, wenn auch nur schwacher unterer Verschluss des Beckens vorzukommen. Das Becken der Vögel konnte seinen ventralen Verschluss schon aufgeben, ohne die Festigkeit, welche es für die hinteren Gliedmassen bedarf, zu verlieren, da die Hüftbeine mit der Wirbelsäule fest verwachsen sind. Haben wir doch auch schon bei den Säugethieren in denjenigen Fällen, in welchen ähnlich, wie hier, die Hüftbeine mit der Wirbelsäule knöchern verwachsen sind, eine Eröffnung der Schoosfuge eintreten sehen (vergl. Fig. 383 u. 384). Ueberdies bedarf auch das Becken der Vögel des Grades von Stärke nicht, wie das Säugethierbecken, da der Körper leichter ist und die Bewegungen der hinteren Gliedmassen mit geringerem Kraftaufwand ausgeführt werden. Wo letzterer sehr gesteigert wird, kann zur Erzielung

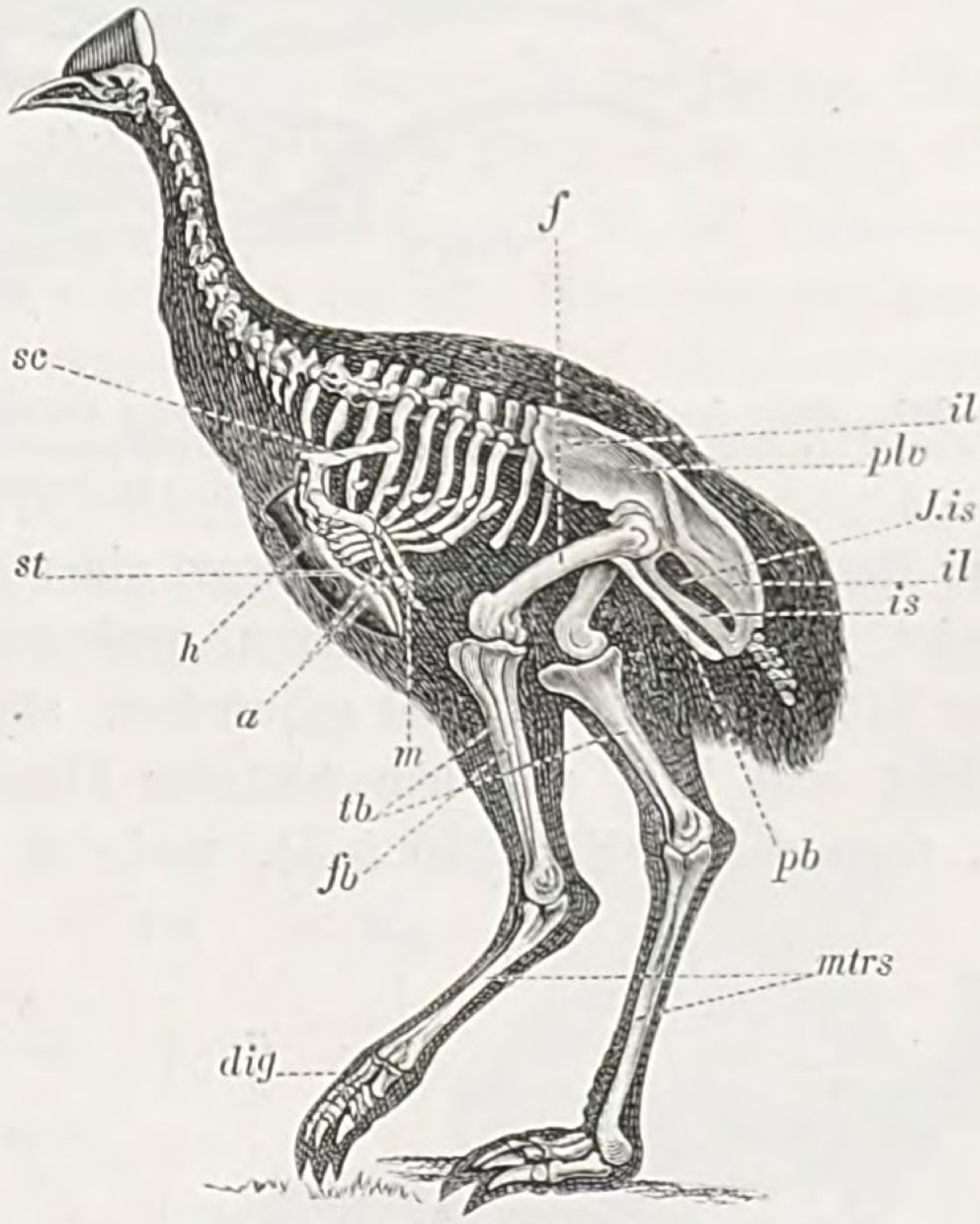


Fig. 388. Skelet vom indischen Casuar (*Casuarius galeatus*). Nach E. d'Alton. *cr* Knochenkamm auf der Stirn. *cv* Halstheil der Wirbelsäule. *d* Rückentheil (*Pars dorsalis*) derselben. *caud* Caudaltheil. *c* Sechs wahre Rippen (*Costae verae*). *c'* Drei vordere falsche Rippen. *c''* Zwei hintere falsche Rippen. *st* Brustbein (*Sternum*). *sc* Scapula. *h* Humerus. *a* Antibrachium. *m* Hand (*Manus*). *plv* Becken (*Pelvis*). *il* Darmbein (*Os ileum*). *is* Sitzbein (*Os ischii*). *pb* Os pubis. *J.is* Incisura ischiadica. *f* Os femoris. *tb* Tibia. *fb* Fibula. *t-mtrs* Tarso-metatarsus aus einem Knochen bestehend. *dig* Zehen (3 an der Zahl).

einer grösseren Stärke des Beckens dessen ventraler Schluss auch wieder nothwendig werden, wie dies beim afrikanischen Strauss auch wirklich stattfindet, der bekanntlich mit seinen hinteren Gliedmassen solche Kraftbewegungen ausführt, dass er den verfolgenden Löwen u. dgl. Feinde durch dieselben niederzuschlagen vermag. Was nun noch die einzelnen Knochen des Beckengürtels anbelangt, so zeigen auch sie einige bemerkenswerthe Abänderungen. Das Darmbein (Fig. 389 *il*) hat das Besondere, dass es

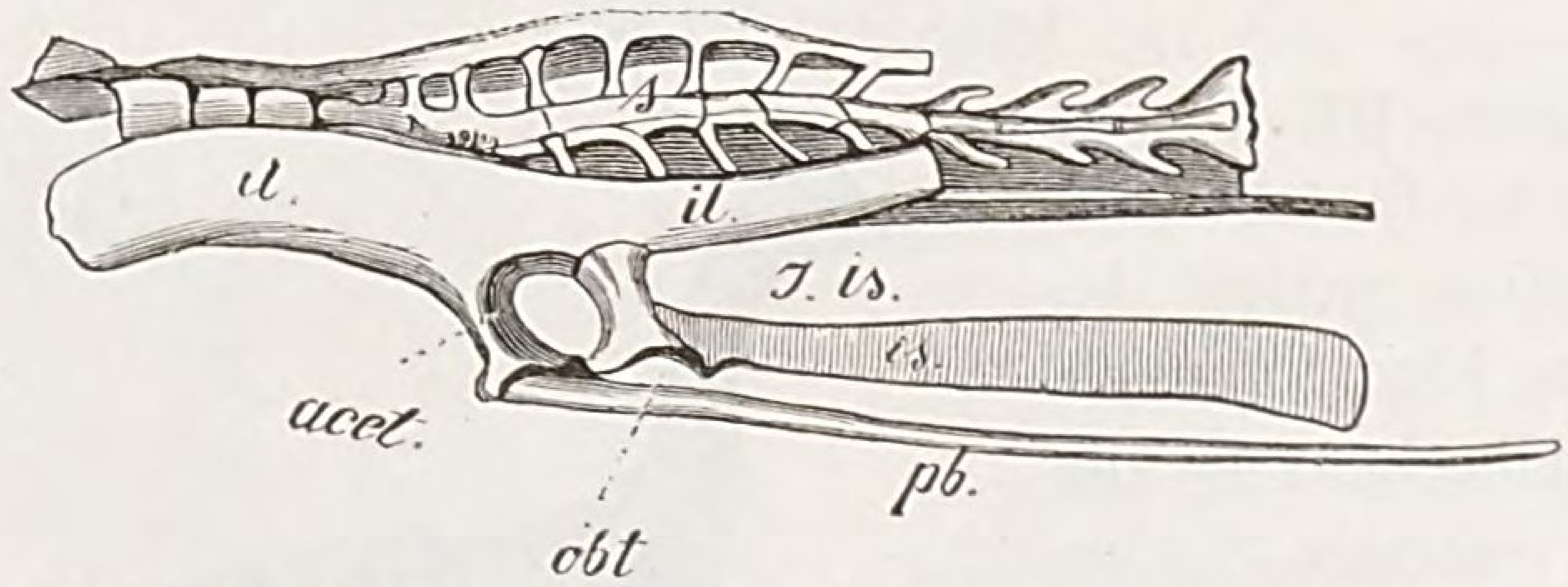


Fig. 389. Skelet des Vogelbeckens. *s* Kreuz- oder Beckentheil der Wirbelsäule (*Os sacrum*). *il* Darmbein (*Os ilium*). *is* Sitzbein (*Os ischii*). *pb* Schoosbein (*Os pubis*). *J.is* Incisura ischiadica. *obt* Foramen obturatorium. *acet* Acetabulum.

eine starke Verlängerung, gleichsam einen zweiten hinteren Flügel rückwärts sendet, der, gleich dem vorderen, auch mit dem Kreuzbein verwachsen ist. Das Sitzbein *(is)* ist viel schwächer, als das Darmbein, nach hinten gerichtet uud bald mit dem hinteren Flügel des Darmbeins, was die Regel ist, verwachsen (Fig. 390 *isch*), wodurch die zwischen beiden liegende Incisura ischiadica zu einem rundlichen oder länglichen Loch (Fig. 389 *J.isch*) geschlossen wird, bald aber (Fig. 389 *J.is*), was seltener der Fall ist und namentlich beim Strauss, Casuar u. A. gefunden wird, getrennt bleibt, wo die Incisura ischiadica einen nach hinten offenen langen Spalt bildet. Das Schoosbein (Fig. 389 *pb*) ist der schwächste Knochen des Beckens, von mehr rippenähnlicher Gestalt, der vor dem Sitzbein, ihm anliegend, nach hinten zieht und schliesslich über letzteres noch hinausreicht. Das zwischen Sitz- und Schoosbein liegende Foramen obturatorium (*obt*) pflegt in zwei Abschnitte geschieden zu sein, einen

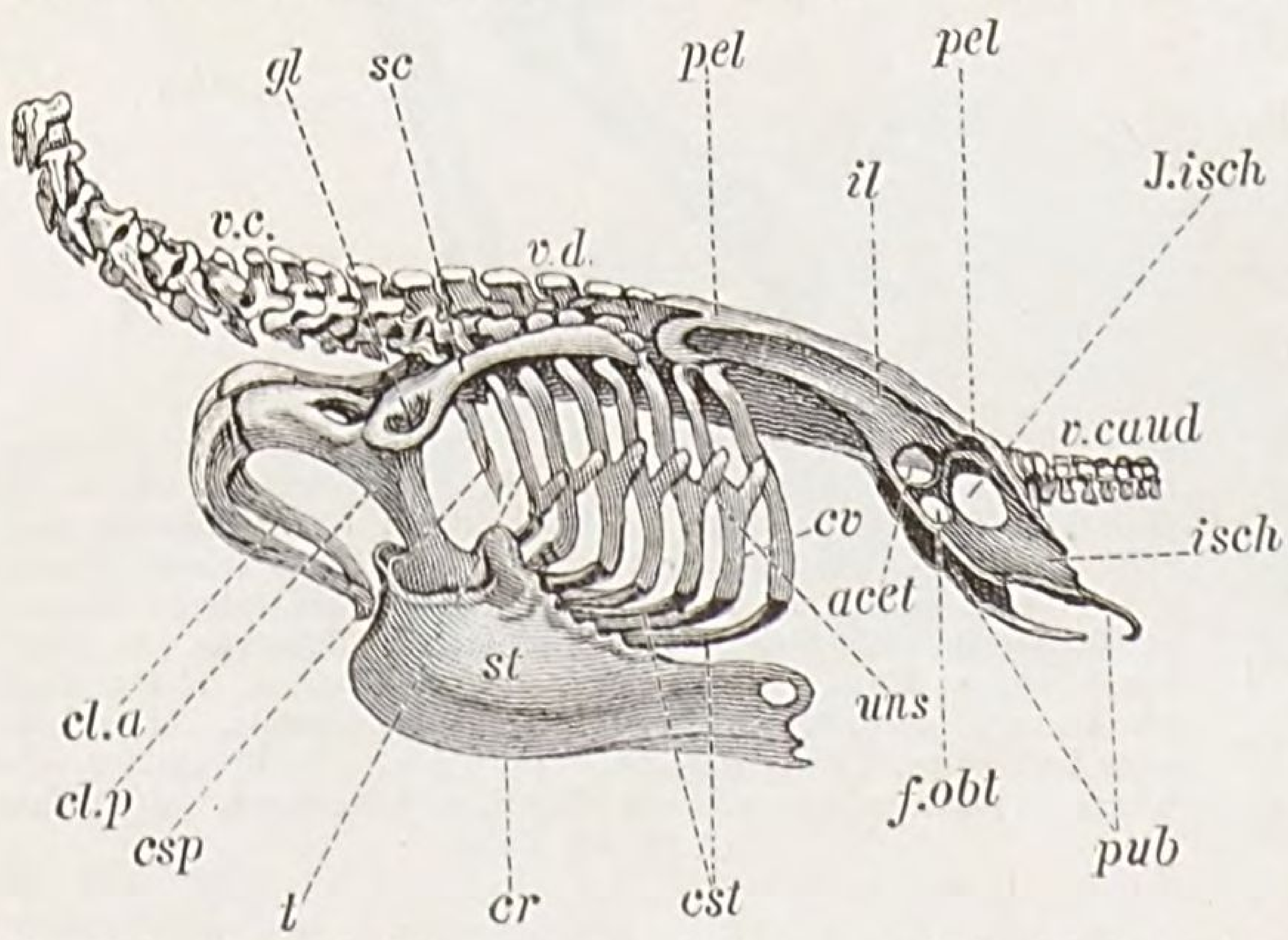


Fig. 390. Rumpfskelet von Falco fulvus. *vc* Halswirbel. *vd* Dorsalwirbel. *pel* Pelvis. *il* Os ilium. *isch* Os ischii. *pub* Os pubis. *acet* Acetabulum. *f.obl* Foram. obturat. *J.isch* Incisura ischiadica. *v.caud* Caudalwirbel. *sc* Scapula. *cl.a* Clav. ant. *clp* Clav. posterior. *gl* Gelenkpfanne für den Humerus. *st* Sternum. *cr* Crista sterni. *csp* Costa spuria. *t* die zweite Rippe, eine Costa vera. *cv* Dorsalrippen. *cst* Sternalrippen. *unc* (anstatt *uns*) Processus uncinati.

vorderen, der ein, vor der Pfanne liegendes Loch darstellt, und einen hinteren, der einen langen schmalen, nach hinten offenen Spalt wie beim Casuar, Colymbus, Papagei u. A. darstellt, oder zu einer spaltförmigen Oeffnung wie beim Strauss, Buceros, Carus, Orvus, der Gans u. A. geschlossen ist, oder wo wie bei vielen Raubvögeln (Fig. 390), Hühnervögeln u. A. jeder Zwischenraum dadurch ganz wegfällt, dass das Schoos- und Sitzbein an einander sich legen.

cc) Beckengürtel der Amphibien.

aa) Der beschuppten Amphibien (Reptilia).

Die Schlangen und schlangenähnlichen Saurier haben keinen Beckengürtel. Letztere haben nur ein Rudiment davon in Form eines, einem Wirbel anhängenden, verkümmerten Hüftbeins. Dagegen ist er bei allen übrigen sehr entwickelt und meistens, wie bei den höheren Wirbelthieren, aus den drei typischen Knochen, Darm-, Schoos- und Sitzbein jederseits gebildet, von denen die Schoosbeine auch unten einen ventralen Schluss — eine Schoosfuge — haben. Das Darmbein ist unbeweglich mit zwei bis drei Beckenwirbeln (Kreuzbein), deren Querfortsätze stärker zu sein, auch näher beisammen zu stehen pflegen, verbunden.

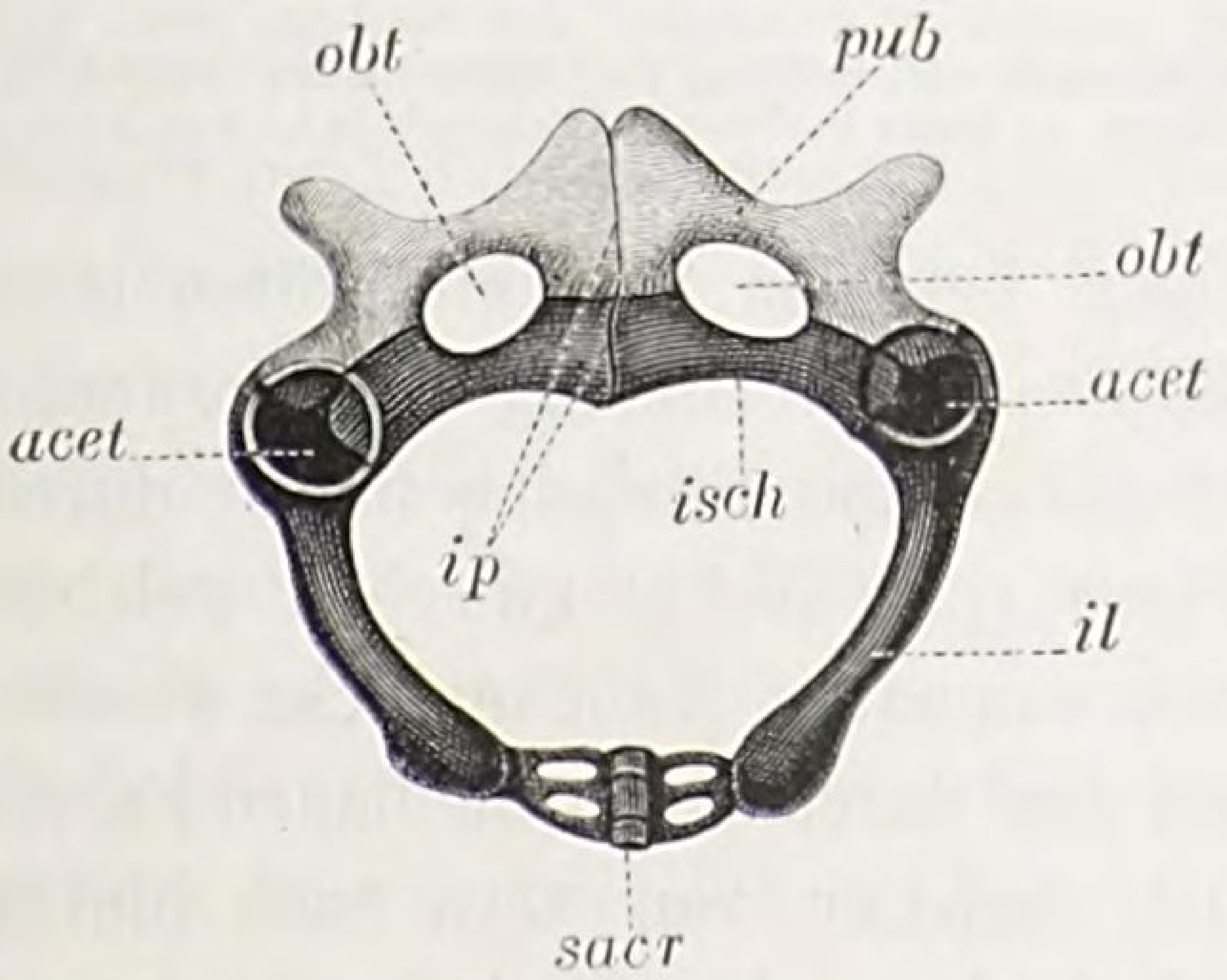


Fig. 391. Becken einer Landschildkröte. *sacr* Kreuzwirbel, die Darmbeine (*il*) tragend. *isch* Sitzbeine. *pub* Schoosbeine. *ip* Schoos- und Sitzbeinfuge (*Symphysis oss. pubis et ischii*). *obt* Foramina obturatoria. *acet* Hüftgelenkpfanne, an deren Bildung die drei Stücke des Hüftbeins noch gleichmässig Theil nehmen.

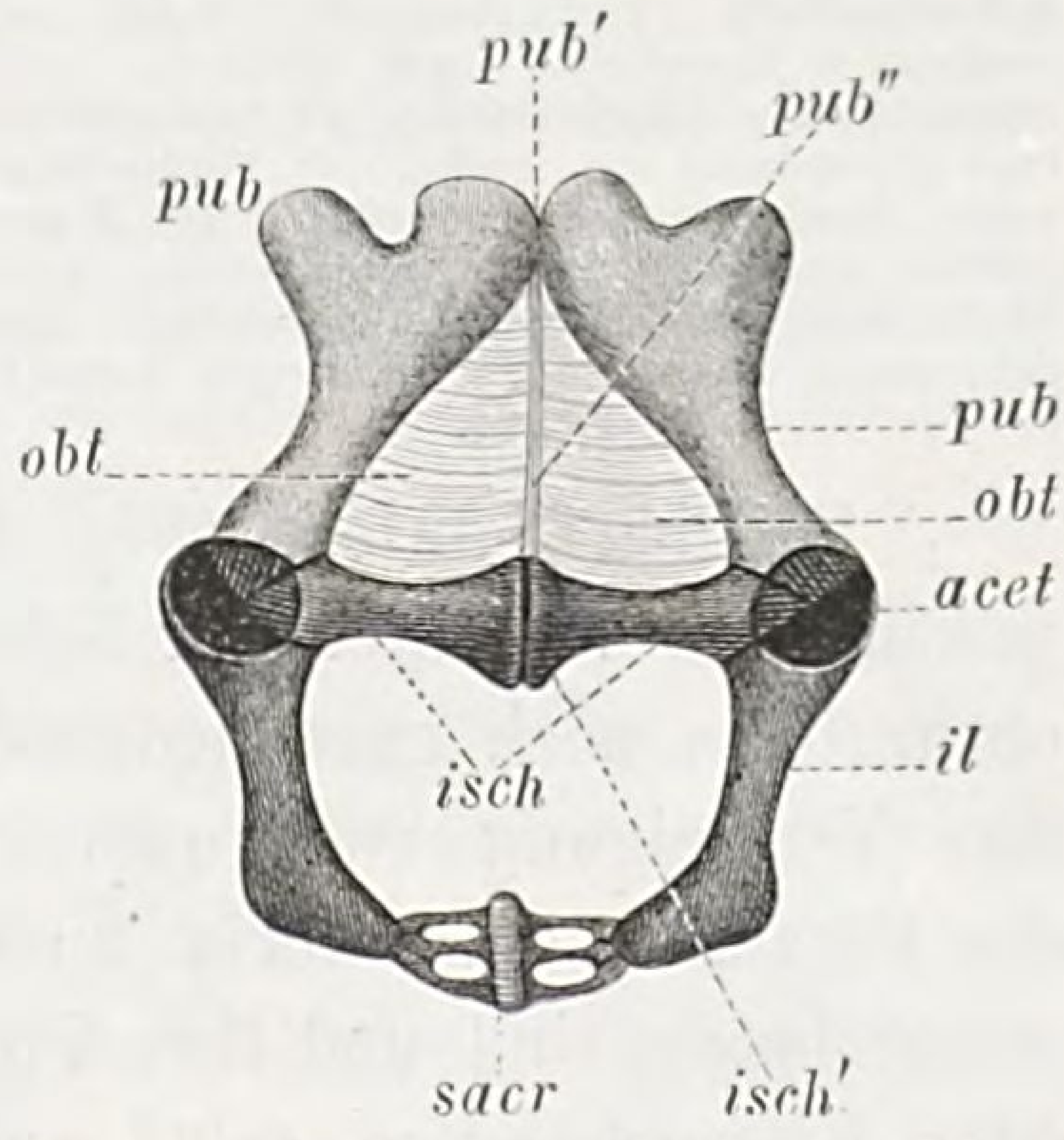


Fig. 392. Becken von Chelonia midas. *sacr* Kreuzwirbel, das Darmbein tragend. *il* Darmbeine. *isch* Sitzbeine. *isch'* Sitzbeinfuge. *pub* Schoosbein. *pub'* Schoosbeinfuge. *pub''* Faserstreifen zwischen Sitzbein- und Schoosbeinfuge. *obt* Membranös verschlossener Zwischenraum, durch das Zusammenfliessen der beiderseitigen Foramina obturatoria entstanden. *acet* Hüftgelenkpfanne.

Bei den Cheloniern, namentlich den Land- und Flussschildkröten, ist das Becken am vollständigsten ausgebildet und dem der Säugethiere am ähnlichsten (Fig. 391). Jede Seitenhälfte besteht aus den oben genannten drei typischen Knochen, welche gleichmässig an der Bildung der Gelenkpfanne betheiligt sind. Sitz- und Schoosbeine verbinden sich in der

Art mit einander, dass sie beiderseits der Schoosfuge eine dem Foramen obturatorium entsprechende Oeffnung umschliessen (Fig. 391 *obt*). Bei den Seeschildkröten (Fig. 392) ist das Verhalten in letzterer Beziehung schon etwas abgeändert. Die Foramina obturatoria fliessen hier zu einer gemeinsamen, grossen unpaaren Oeffnung zusammen, an welcher eine Scheidung in zwei nur noch durch einen Faserstreifen angedeutet ist, der von der Symphyse der beiden Schoosbeine nach hinten zur Symphyse der Sitzbeine gespannt ist (Fig. 392 *pub''*).

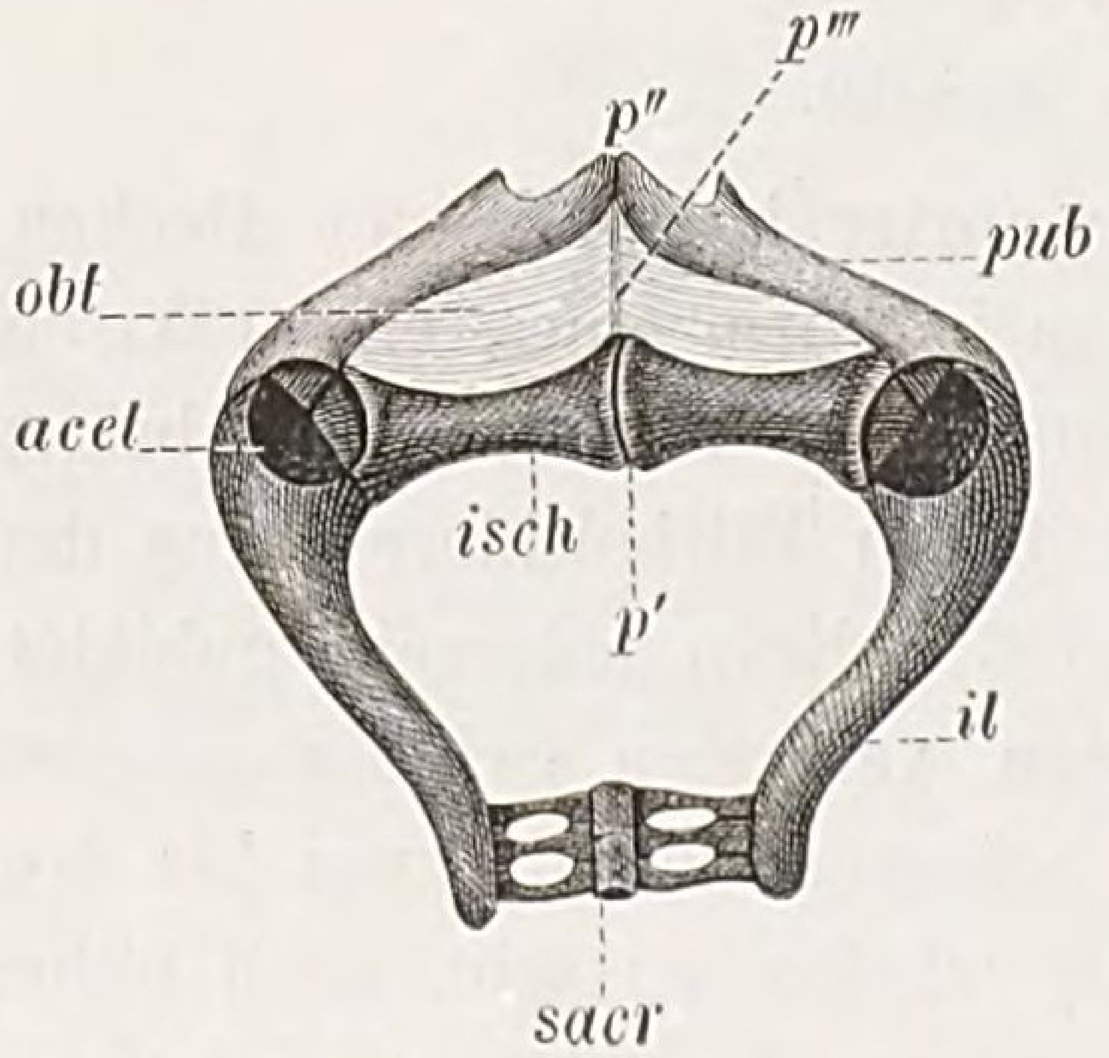


Fig. 393. Becken vom Leguan (*Iguana delicatissima*). *sacr* Kreuzwirbel (*Vert. sacralis*). *il* Darmbein. *isch* Sitzbein. *pub* Schoosbein. *p'* Sitzbeinfuge. *p''* Schoosbeinfuge (*Symphysis oss. pub.*). *p'''* Verbindung beider durch einen Faserstreifen. *obt* Membranös verschlossener Zwischenraum. *acet* Hüftgelenkpfanne, an deren Bildung das Schoosbein einen nur noch geringen Antheil nimmt.

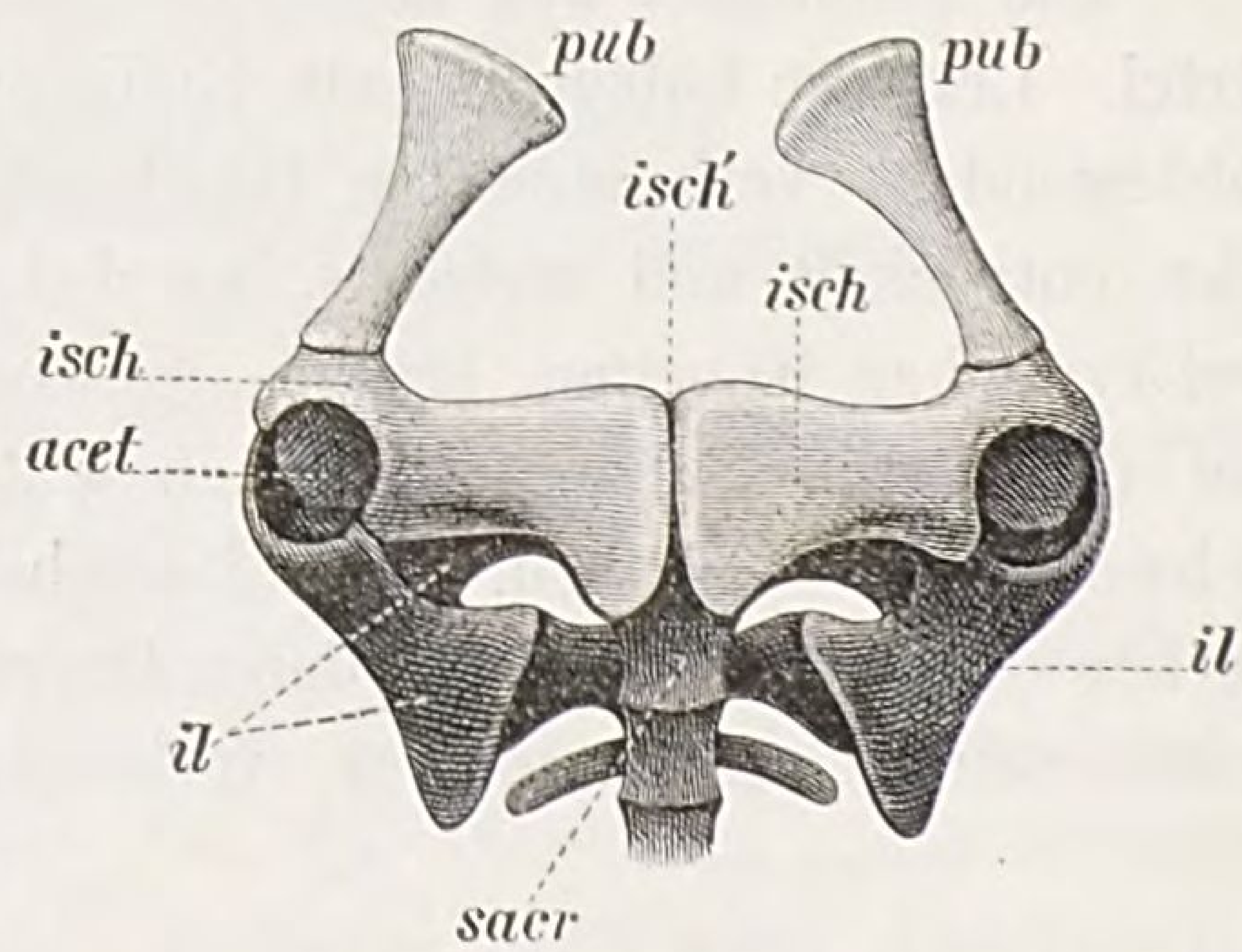


Fig. 394. Becken vom Krokodil. *sacr* Kreuzwirbel, das Darmbein tragend. *il* Darmbein. *isch* Sitzbein. *isch'* Sitzbeinfuge (*Symph. oss. ischii*). *pub* Schoosbeine. *acet* Hüftgelenkpfanne, an deren Bildung das Schoosbein keinen Antheil mehr hat.

Bei den Sauriern (Fig. 393) tritt das, bei den Seeschildkröten eben geschilderte Verhalten der Schoos- und Sitzbeine zur Bildung der Foramina obturatoria noch entschiedener hervor. Schoos- und Sitzbeine bilden durch ihre Vereinigung zwei quere Knochenbogen *(pub isch)*, zwischen welchen die Foramina obturatoria zu einer grossen unpaaren Knochenlücke zusammengeflossen sind und ihre Trennung auch nur durch einen medianen Faser- oder Knorpelstreifen *(p''')* angedeutet ist, welcher von vorn nach hinten von der Symphyse der Schoosbeine zu derjenigen der Sitzbeine gespannt ist. Die Gelenkpfanne (*acet*) wird zwar auch noch von den drei Stücken des Hüftbeins, dem Darm-, Schoos- und Sitzbeine gebildet. Allein das Darmbein gewinnt dabei ein solches Uebergewicht, dass das Schoosbein nur noch einen sehr kleinen Antheil an der Bildung der Pfanne behält (Fig. 393).

Bei den Krokodilen (Fig. 394) endlich ist der Beckengürtel nur noch durch die Vereinigung der Sitzbeine (*isch*) unten geschlossen, während die Schoosbeine *(pub)*, mehr nach vorn gerichtet, nur lose noch aneinanderstossen und an der Bildung der Pfanne gar keinen Antheil mehr haben.

Durch diesen Umstand liessen sich schon manche Zootomen verleiten, die Schoosbeine der Krokodile für accessorische, den Beutelknochen der Beutelthiere vergleichbare Beckenknochen zu halten. Man übersah hier ganz die stufenweise Rückbildung und Vereinfachung, welche das Becken besonders in Hinsicht der Schoosbeine bei den Amphibien erleidet. Denn zuerst finden wir das Becken durch zwei, vom Gelenktheil des Darmbeins quer einwärtslaufende und von den beiderseitigen Schoos- und Sitzbeinen gebildete Knochenzüge — Schoosbein- und Sitzbeinbogen — nach unten geschlossen, welche, um die den hinteren Gliedmassen zu gewährende Stütze zu verstärken, auch noch in der Richtung von vorn nach hinten mit einander in Verbindung treten und hierdurch zur Bildung von zwei Foramina obturatoria Veranlassung geben (Land- und Flussschildkröten). Dann sehen wir die letztere Verbindung, welche die beiden queren Knochenbogen von vorn nach hinten eingingen, in Wegfall kommen und die Foramina obturatoria zu einer unpaaren Lücke zusammenfliessen (Seeschildkröten und Saurier). Endlich eröffnet sich der von den beiden Schoosbeinen gebildete vordere Bogen und veranlasst die Aenderung der Lage der Schoosbeine (Krokodile). Die Theilnahme des Schoosbeins an der Bildung der Gelenkpfanne ist von dem Schlusse des von den beiderseitigen Schoosbeinen gebildeten Bogens und der Festigkeit dieses Schlusses abhängig. Wo die Festigkeit desselben sich lockert, in Folge dessen das Schoosbein dem Gelenkkopfe des Oberschenkelbeins bei seinen Bewegungen nicht mehr denselben Widerstand entgegen zu setzen vermag, als die beiden andern, die Pfanne noch bildenden Knochen, — da tritt es auch von der Theilnahme an der Gelenkpfanne zurück. Daher bei den Sauriern (Leguan u. A.) das Schoosbein einen, wenn auch schon verminderten Antheil an der Pfanne noch hat, während bei den Krokodilen dasselbe von dem stärker entwickelten Gelenktheil des Darmbeins ganz nach vorn verdrängt wird und die Gelenkpfanne nur noch von den beiden übrigen Beckenknochen (Darm- und Sitzbein), welche allein der hinteren Gliedmasse die nöthige Stütze zu gewähren haben, gebildet wird.

ββ) Beckengürtel der nackten Amphibien.

Er ist dadurch noch mehr vereinfacht, dass er nur aus den Darm- und Sitzbeinen besteht, von welchen die letzteren nach unten sich mehr verbreitern und entweder zu einer unpaaren Knorpel- oder Knochenplatte (Fig. 396) verschmelzen (Perennibranchiaten) oder paarig bleiben (Fig. 395) und sonach eine Symphyse in der Mitte bilden (Salamandrinen). Die Schoosbeine fehlen entweder ganz oder sind sehr rudimentär in der Form kleiner Knorpelaufsätze vorhanden, welche bald noch paarig (Fig. 394), bald zu einem unpaaren verschmelzen (Fig. 393), auf dem vorderen Rande

der Sitzbeine aufsitzen und nur noch zur Bauchmusculatur in Beziehung stehen.

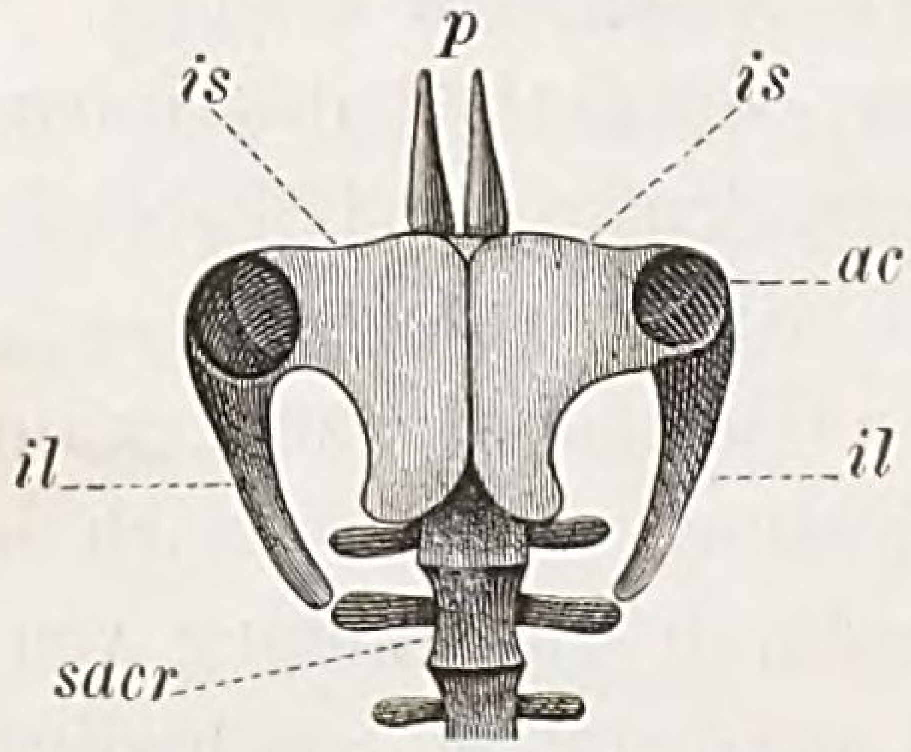


Fig. 395. Becken von Salamandra maculata. *sacr* Kreuzbein. *il* Darmbein. *is* Sitzbein. *p* Ueberreste der Schoosbeine, zwei schmale Knorpelstäbe darstellend. *ac* Gelenkpfanne (*Acetabulum*).

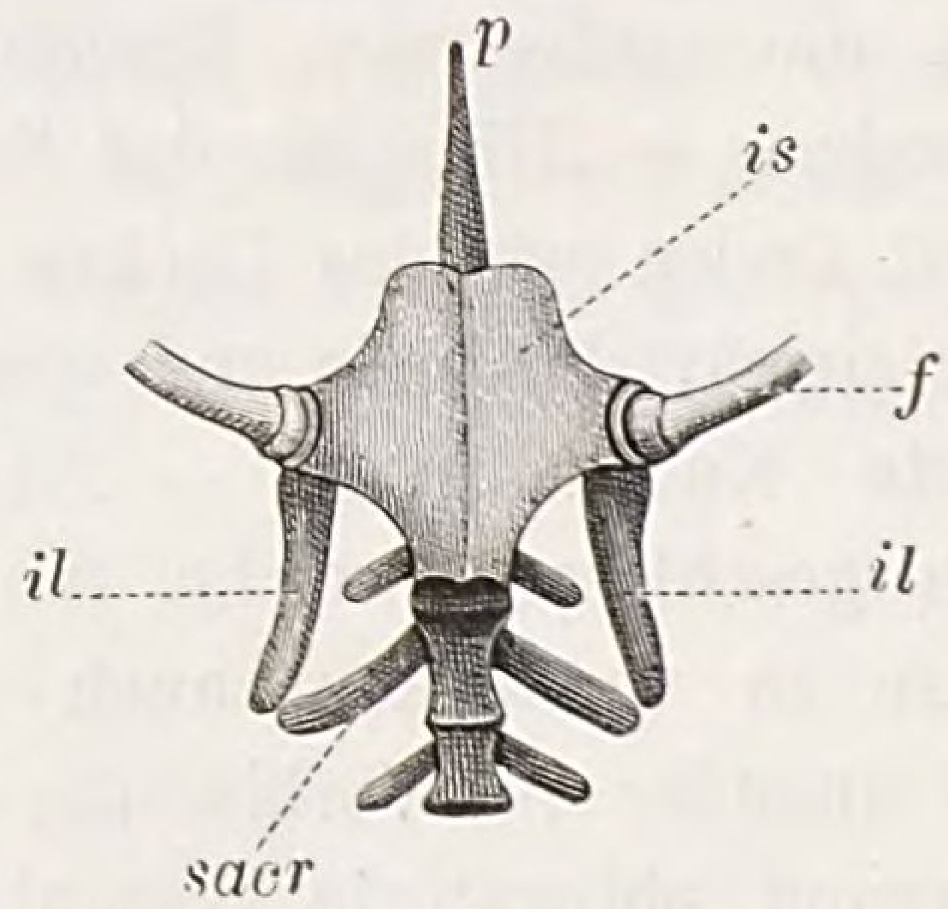


Fig. 396. Becken von Menopoma giganteum. *sacr* Kreuzwirbel. *il* Darmbein. *is* Sitzbein. *p* Ueberrest des Schoosbeins, ein schmales Knorpelstäbchen darstellend.

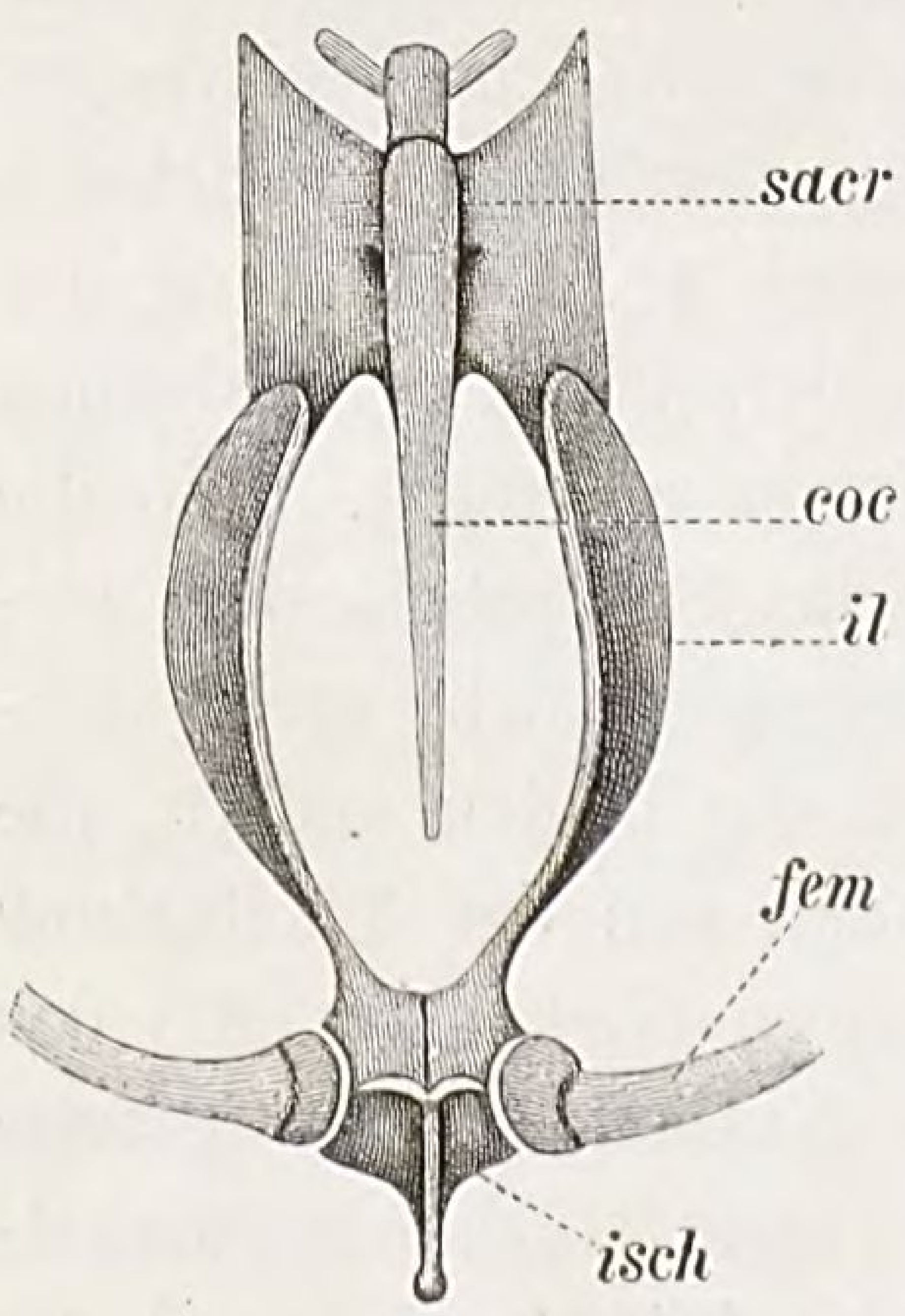


Fig. 397. Becken von Pipa, von unten gesehen. *sacr* Kreuzbein. *coc* Steissbein. *il* Darmbein. *isch* Sitzbein. *fem* Oberschenkelbein.

Bei den schwanzlosen Batrachiern (Fig. 397) hat das Becken die Besonderheit, dass die am vorletzten Wirbel angehefteten Darmbeine (*il*) sehr lang nach hinten gestreckt sind und die untereinander verschmolzenen Sitzbeine (*isch*) eine senkrecht stehende Scheibe bilden, welche beiderseits die Gelenkpfanne trägt. Von Schoosbeinen findet sich auch nicht einmal eine Andeutung mehr vor.

dd) Beckengürtel der Fische.

Wie überhaupt die Gliedmassen der Fische d. h. die Flossen kaum noch eine Aehnlichkeit mit denen der höheren Wirbelthiere besitzen und der letzteren zu Grunde gelegte Bauplan sich gänzlich zu verlieren scheint, — so machen auch die Träger derselben — Flossenträger — kaum einen Vergleich mit denen der höheren Thiere möglich. Die Träger der unpaaren Flossen (Fig. 380 *pd pc pa*) entbehren auch aller Aehnlichkeit. Sie werden theils von den oberen oder unteren Dornfortsätzen (Schwanzflosse) geliefert, theils sind es diesen ähnliche und ihnen aufsitzende Knochentheile (Rücken- und Afterflosse). Nur die Träger der paarigen Flossen lassen noch einigen Vergleich mit den Gliedmassengürteln der höheren Thiere zu, der Träger der Brustflossen mit dem Schultergürtel, der der Bauchflossen mit dem Beckengürtel.

Der Beckengürtel d. h. Träger der Bauchflossen ist bei den Rochen ein nach oben offener Ring, der durch Bandmasse an die Wirbelsäule geheftet ist, ventral aber keine mediane Trennung besitzt und bei dem seitlich da, wo bei den höheren Thieren die Gelenkpfanne sich zu befinden pflegt, die Bauchflosse aufsitzt und an gleicher Stelle noch einen langen, vorwärts in eine Spitze auslaufenden Fortsatz trägt, der an die

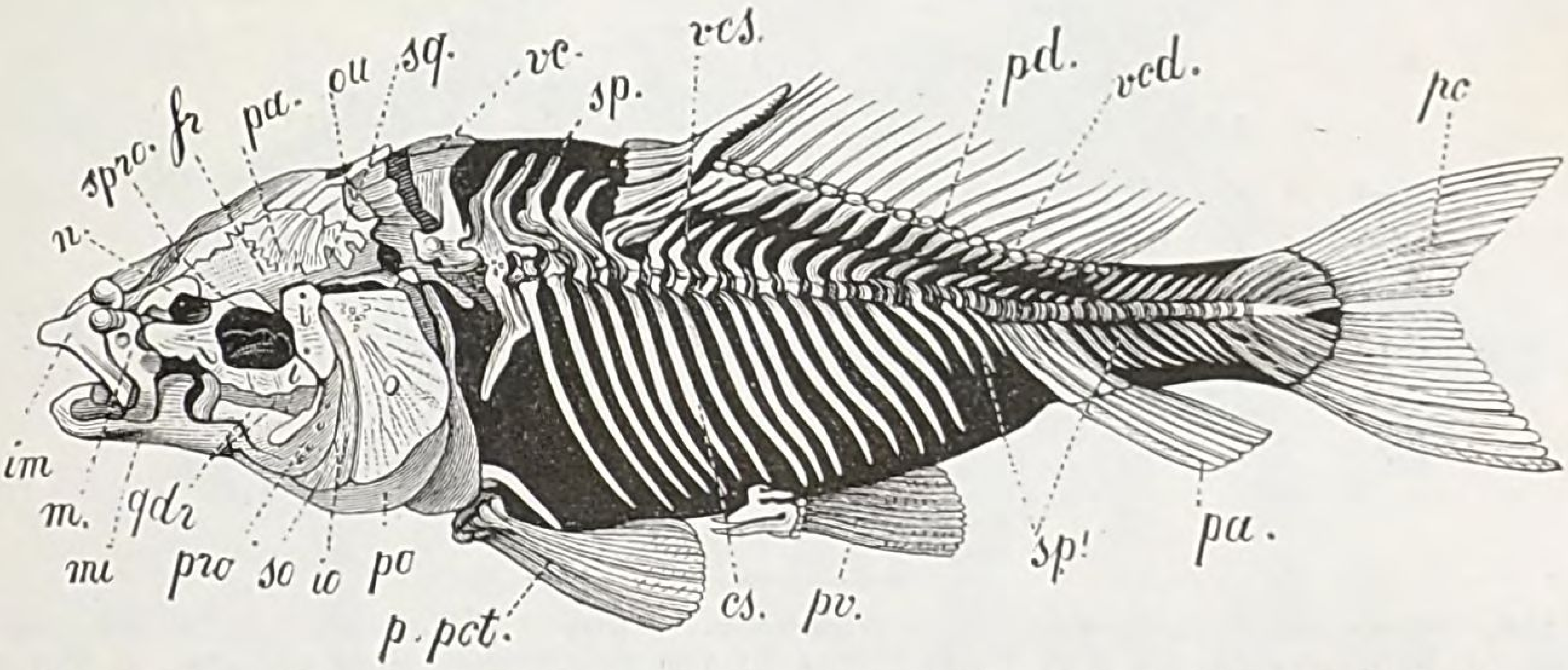


Fig. 398. Skelet von Cyprinus Carpio. Kopf. *o* Os occipitis. *pa* Os parietale. *fr* Os frontale. *n* Os nasale. *m* Os maxillare superius. *mi* Os maxillare inferius. *im* Os intermaxillare. *qdr* Os quadratum. *spro* Ossa supraorbitalia. *i* Ossa infraorbitalia. *sq* Os squamosum. *o* Operculum. *pro* Praeoperculum. *io* Interoperculum. *so* Suboperculum, oft mit dem vorhergehenden zu einem Stück verschmolzen. *po* Postoperculum. Rumpf. *vc* Die zwei ersten verschmolzenen Wirbel. *vcs* Rippentragende Wirbel. *vcd* Caudalwirbel. *sp* Process. spinosi und obere Wirbelbogen. *sp'* Untere Wirbelbogen und Process. spinosi inf. — Gliedmassen. *p.pct* Brustflossen *(Pinnae pectorales)*. *pv* Bauchflossen (*Pinnae ventrales*). *pc* Schwanzflosse (*Pinna caudalis*). *pd* Rückenflosse (*Pinna dorsalis*). *pa* Afterflosse (*Pinna analis*).

nach vorn gerichteten Schoosbeine der Krokodile erinnert. Bei den Knochenfischen (Fig. 398 *pv*) ist er rudimentärer, aus zwei platten, horizontal liegenden, mit meistens doppelten Zacken nach vorn sehenden Knochen bestehend, die lose mit einander verbunden sind und auch lose in den Weichtheilen der Bauchwand stecken. Daher auch ihre Lage so veränderlich ist und oft vor die Brustflossen sich vorschiebt. Bei manchen ist er indess vollkommener entwickelt, indem er, wie bei Lophius, wieder einen dorsalwärts offenen Ring bildet (Fig. 399), dessen beide Seitenhälften ventralwärts Schoosfugen ähnlich mit einander in Verbindung stehen.

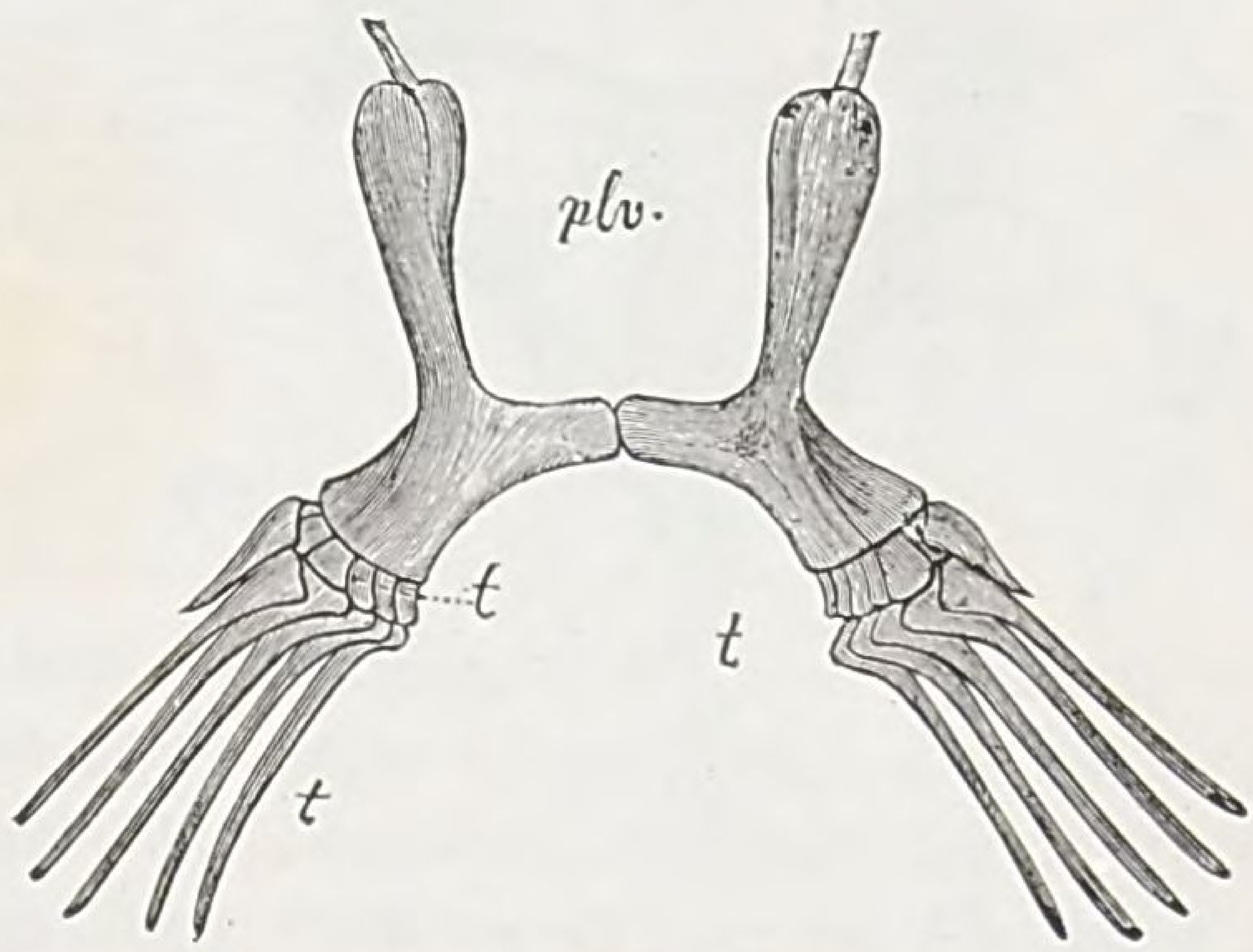


Fig. 399. Träger der Bauchflossen (Becken) vom Lophius. *plv* Beckengürtel. *t* Bauchflosse.

b) *Schultergürtel der Wirbelthiere.*

aa) Der Säugethiere.

Er ist dem Beckengürtel ähnlich gebildet (Fig. 400) und besteht da, wo er vollkommen entwickelt ist, gleich jenem aus zwei Seitenhälften und

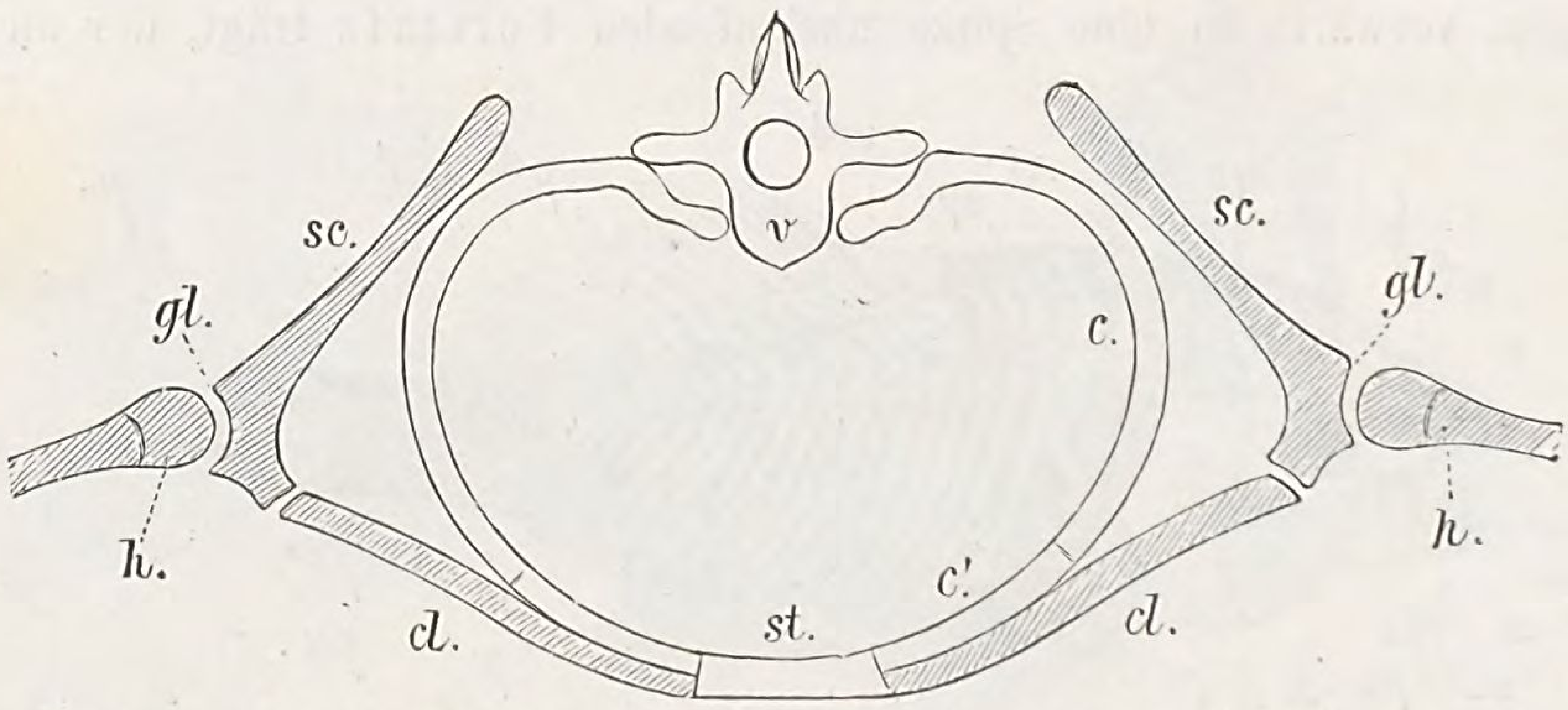


Fig. 400. Schema des Schultergürtels. *v* Wirbelsäule. *c* Rippe. *c'* Rippenknorpel. *st* Sternum. *sc* Scapula. *gl* Hüftpfanne für den Kopf des Os humeri (*h*) vom Schulterblatt allein getragen. *cl* Clavicula.

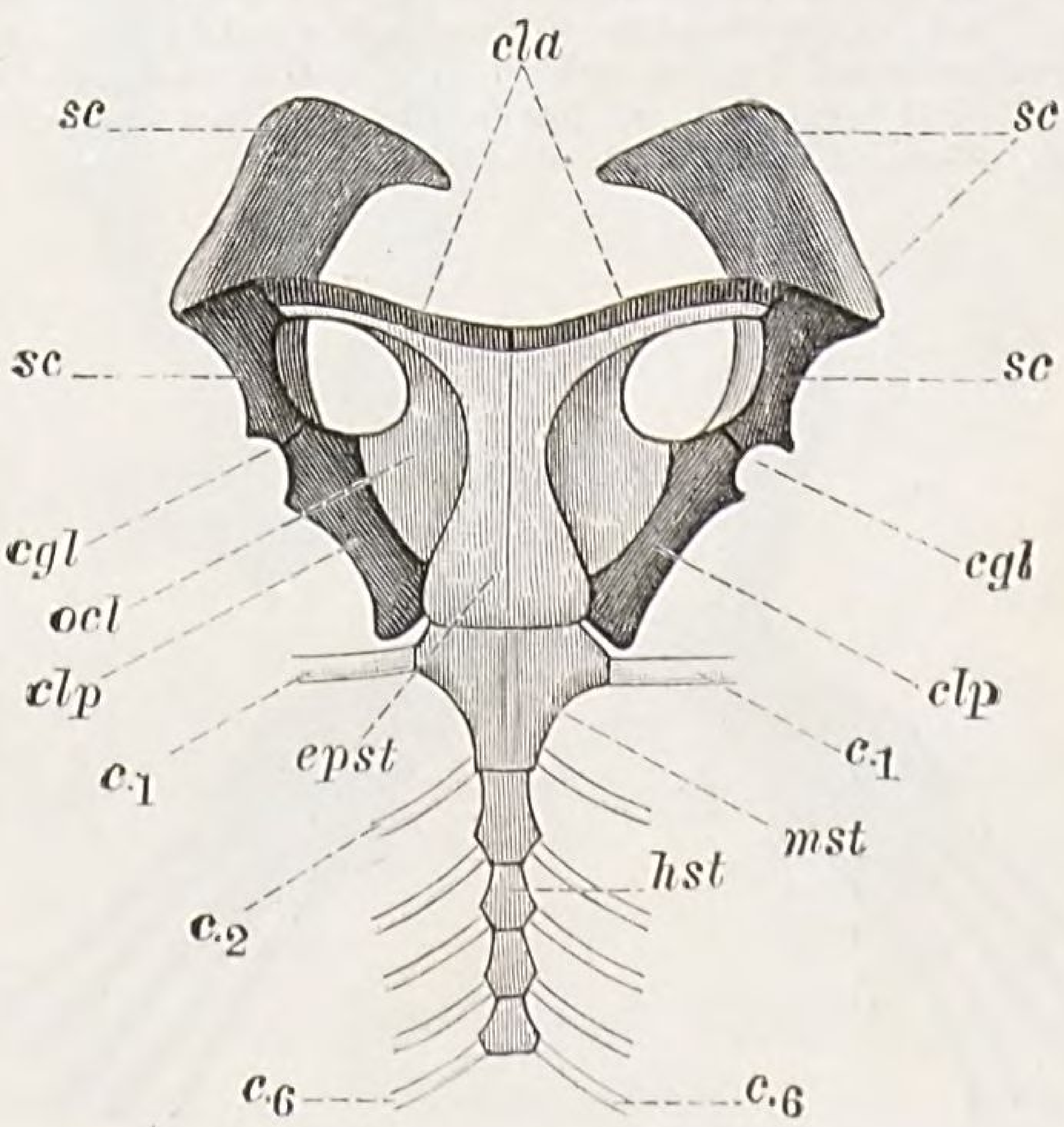


Fig. 401. Brustbein und Schultergürtel vom Schnabelthier (*Ornithorhynchus*). *epst* Episternum. *mst* Mesosternum. *hst* Hyposternum. *c.1* Costa prima vom Mesosternum getragen. *c.2* Zweite Rippe. *c.6* Sechste Rippe, vom hintern Glied des Hyposternum getragen, Schultergürtel. *sc* Scapula. *cgl* Gelenkpfanne (*Cav. glenoidal.*). *cla* Vorderes Schlüsselbein (*Clavicula anterior*). *clp* Hinteres Schlüsselbein (*Clav. posterior*). *sc* Os coracoideum. *ocl* Ausfüllungshaut.

diese wieder jederseits aus drei Stücken, welche, wenn auch nicht wie dort in der Gelenkpfanne, so doch in deren Nähe zusammenstossen. Die jede Seitenhälfte zusammensetzenden Knochen sind 1) das Schulterblatt (*Scapula* [*sc*]), welches, gleich dem Darmbein, von platter Gestalt ist und dorsalwärts, hinter der Pfanne liegt und 2) zwei Schlüsselbeine (*cl*), ein vorderes (*Clavicula s. clavicula anterior* [Fig. 401 *cla*]) und ein hinteres (*Clavicula posterior s. os coracoideum* [*clp*]), welche dem Schoos- und Sitzbein (Fig. 381) vergleichbar sind. Allein das hintere der beiden Schlüsselbeine (*clp*) kommt in der Regel bei den meisten Säugethieren, wie auch beim Menschen in Wegfall, so dass die Schultergürtel jederseits nur aus zwei Stücken, aus dem Schulterblatt und einem einfachen Schlüsselbein, besteht. Häufig fällt aber auch noch dieses

hinweg, in Folge dessen der Schultergürtel dann nur aus dem Schulterblatte besteht (Fig. 402).

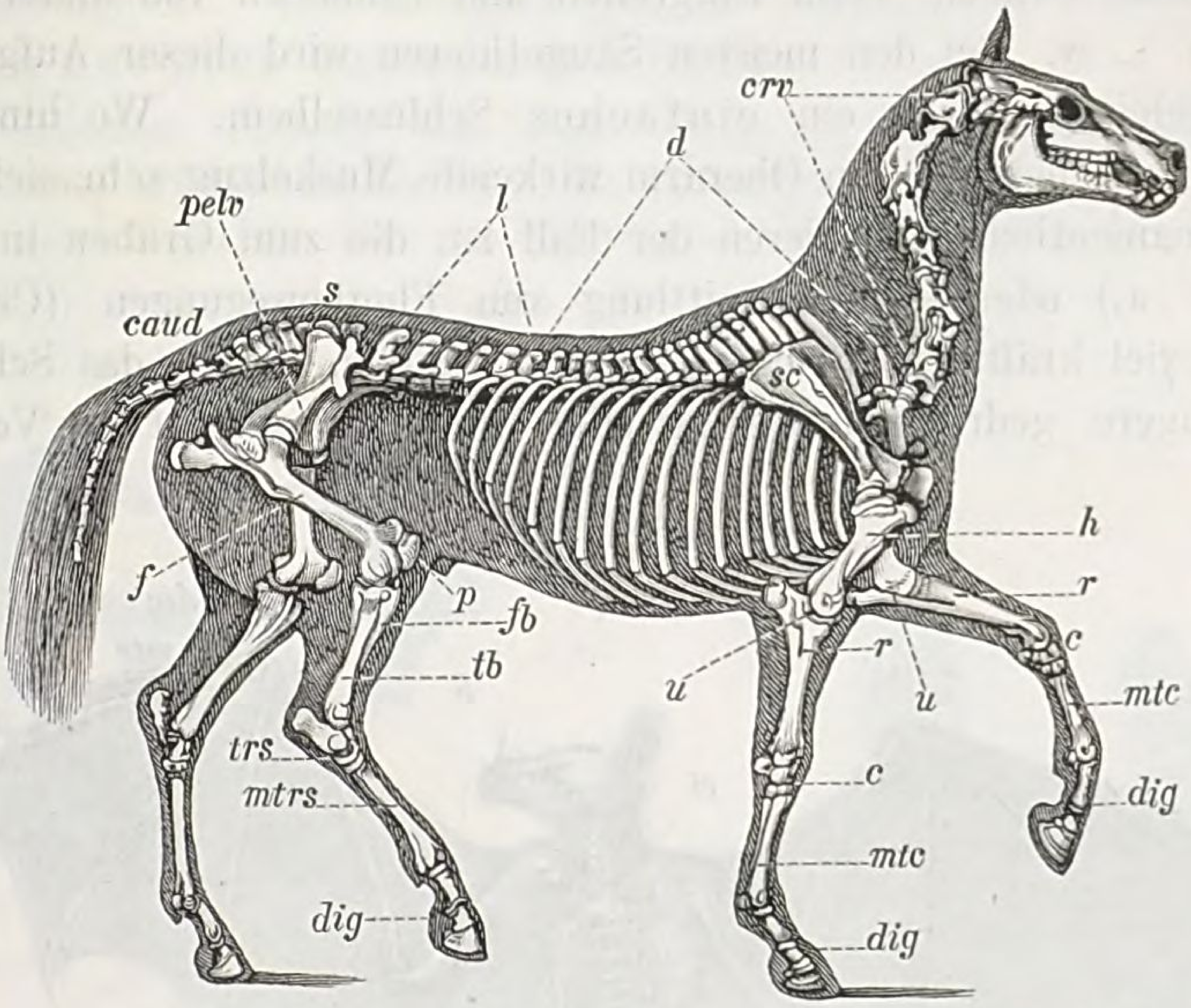


Fig. 402. Skelet vom Pferd (*Equus caballus*). Kopf. *cr* Hirntheil oder Schädel des Kopfes (*Cranium*). *f* Antlitztheil des Kopfes. Rumpf. *crv* Halswirbel (7). *d* Rückenwirbel (*Vertebrae dorsales*, 18). *l* Lendenwirbel (*Vertebrae lumbales*, 6). *s* Kreuzwirbel (5), zum Kreuzbein verbunden. *caud* Schwanzwirbel (*Vertebrae caudales*, 16 — 18). *c* Wahre Rippen (*Costae verae*), die 8 vorderen. *c'* Falsche Rippen (*Costae spuriae*), die 10 hinteren. *cc* Rippenknorpel (*Cartilag. cost.*). Vordere Gliedmassen (*Extremitates ant.*). *sc* Schulterblatt (*Scapula*). *h* Oberarmbein (*Os humeri*). *r* Speiche (*Radius*). *u* Ellenbogenbein (*Ulna*). *ol* Olecranon. *c* Handwurzel (*Carpus*). *am* Handgelenk (*Articulatio manus*) (Vorderknie). *mtc* Mittelhand (*Metacarpus*). *mtc'* Griffelbeine (verkümmerte Metacarpalknochen). *dig* Finger (*Digitus*), aus 3 Gliedern zusammengesetzt. Das erste Glied heisst Fesselbein, das zweite Kronbein, das dritte Hufbein. *sm* Sesambein (*Os sesamoideum*), unter dem ersten Fingergelenk, gewöhnlich Gleichbein genannt. Hintere Gliedmassen (*Extremitates posteriores*). *pelv* Becken (*Pelvis*). *f* Oberschenkelbein (*Os femoris*) oder Backenbein. *p* Kniescheibe (*Patella*). *tb* Grosses Unterschenkelbein, Schienbein (*Tibia*). *fb* Kleines Unterschenkelbein, Wadenbein (*Fibula*) oder Dorn. *ap* Fussgelenk (*Articulatio pedis*), auch Sprunggelenk genannt. *trs* Fusswurzel (*Tarsus*). *cal* Die Ferse, gewöhnlich Hinterknie genannt. *mtrs* Mittelfuss (*Metatarsus*), aus einem Hauptknochen (dem sog. hinteren Schienbein) und zwei verkümmerten Mittelfussknochen beiderseits des ersteren, den sog. Griffelbeinen (*mtrs*) bestehend. *dig* Zehe (*Digitus*), deren erstes Glied, wie am Vorderfuss, Fesselbein, das zweite Kronbein und das Endglied Hufbein heisst. *sm* Sesambein (*Os sesamoideum*) oder das Gleichbein.

Wegen der viel ausgedehnteren Bewegung, welche der Oberarm in der Richtung vor- und rückwärts, gegenüber dem Oberschenkel, auszuführen hat, ist das Schulterblatt nicht, wie das Darmbein, fest mit der Wirbelsäule verbunden, sondern lose, beweglich und verschiebbar an die Aussenseite des Thorax angelegt (Fig. 400). Es wird nur durch Muskeln festgestellt, wenn es unbeweglich sein soll; sind ihm aber auch wieder sehr ergiebige Veränderungen seiner Lage und Stellung gestattet, wenn die Bewegungen des Oberarms solche erforderlich machen. Das Schulterblatt, — und darin unterscheidet es sich vom Darmbein, — trägt nicht, wie dieses, einen Theil, sondern die ganze Gelenkpfanne.

Die Schlüsselbeine sind Strebepfeiler (Fig. 400 *cl*), welche Einwirkungen durch Muskelzug von der Brust her Widerstand zu leisten haben.

Daher sie sich bei all' denjenigen Säugethieren vorfinden, die mit ihren vorderen Gliedmassen Bewegungen gegen die Brust ausführen, wie dies der Fall ist beim Graben, beim Eingreifen und Umfassen von anderen Gegenständen u. s. w. Bei den meisten Säugethieren wird dieser Aufgabe schon Genüge geleistet durch ein einfaches Schlüsselbein. Wo hingegen der von der Brust her auf den Oberarm wirkende Muskelzug sehr sich steigert, wie dies namentlich bei Thieren der Fall ist, die zum Graben in der Erde (Talpa u. a.) oder zur Vermittlung von Flugbewegungen (Chiropteren) eine sehr viel kräftigere Brustmuskulatur besitzen, erhält das Schlüsselbein eine kräftigere, gedrungene Gestalt (Fig. 403) oder es tritt zur Verstärkung

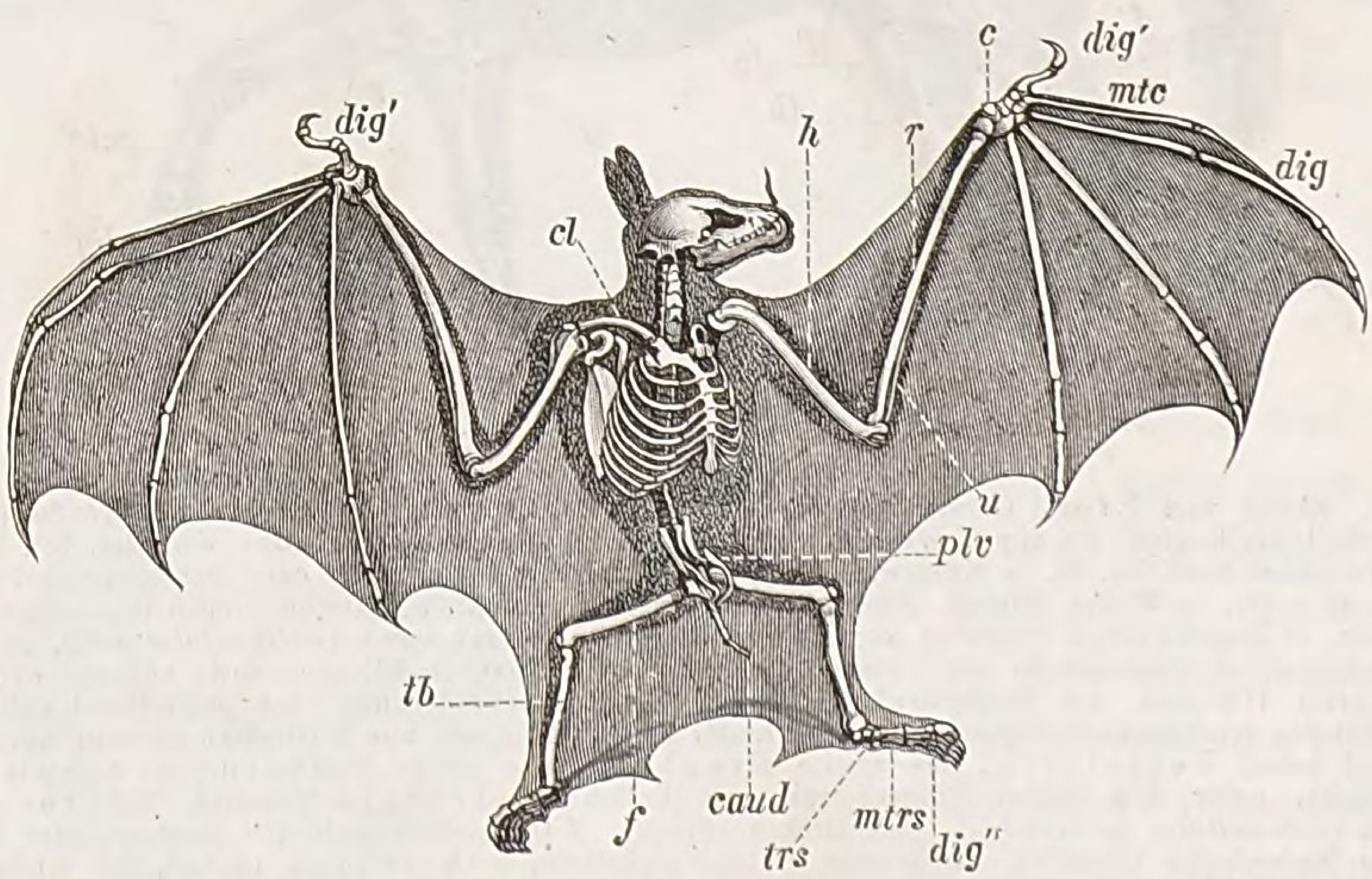


Fig. 403. Skelet einer Fledermaus (Blattnase, *Phyllostoma hastatum*), nach D'Alton. *cl* Schlüsselbein (*Clavicula*). *h* Os humeri. *r* Radius. *u* Ulna. *c* Carpus. *mtc* Metacarpus. *dig* Finger. *dig'* Daumen, einen Krallennagel tragend. *plv* Becken (*Pelvis*), an der Stelle der Schoosfuge offen. *f* Os femoris. *tb* Tibia. *trs* Tarsus. *mtrs* Metatarsus. *dig''* Zehen. *caud* Schwanz (*Cauda*).

noch ein zweites ergänzendes Schlüsselbein hinzu [1]), wie dies namentlich bei den Monotremen (Fig. 404 *cla clp*) beobachtet wird. Der Schultergürtel gewinnt dann auch eine grössere Aehnlichkeit mit dem Beckengürtel. Führen aber die vorderen Gliedmassen einwärts, gegen die Brust, gar keine oder nur sehr schwache Bewegungen aus, wie dies besonders bei allen schnellläufigen Thieren (Wiederkäuern, Einhufern, Carnivoren, manchen Nagern, z. B. Lepus) der Fall ist, bei welchen die Hauptbewegung des Oberarms in der Richtung von vorn nach hinten und umgekehrt zu erfolgen pflegt, —

[1]) Welches dieser beiden Schlüsselbeine dem einfachen entspreche, darüber finden sich weiter unten bei den Vögeln nähere Angaben.

so fällt auch noch das einfache Schlüsselbein weg, da das Bedürfniss eines das Schultergelenk von der Brust entfernt haltenden Strebepfeilers nicht mehr vorhanden ist. Der Schultergürtel besteht in diesen Fällen jederseits nur noch aus dem Schulterblatt.

Bei manchen Thieren, wie Felis, Lepus u. a., findet sich noch ein Rudiment eines Schlüsselbeines vor, das zwischen den Ursprüngen derjenigen Muskeln eingebettet ist, die am entwickelten Schlüsselbein zu entspringen pflegen.

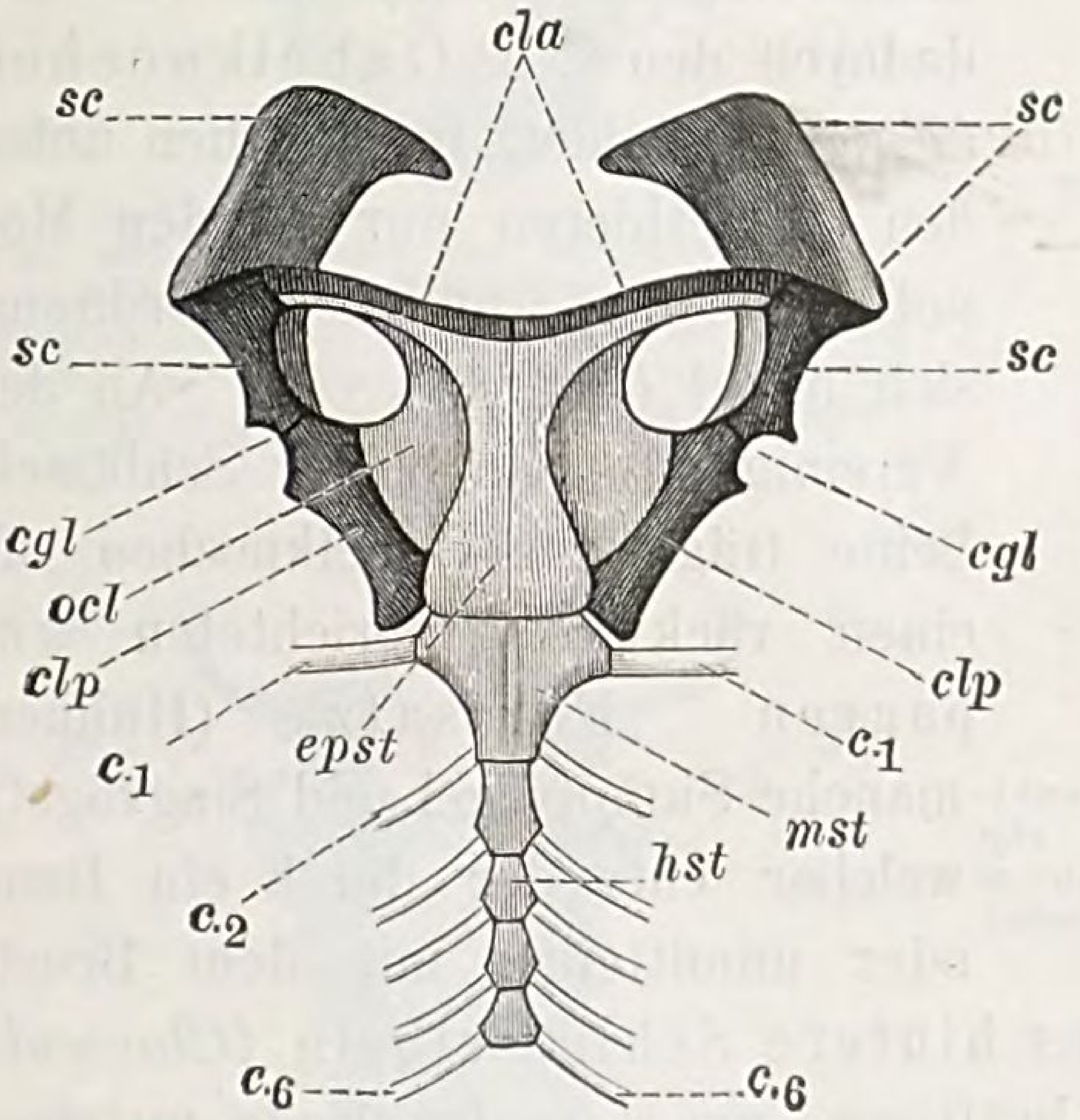


Fig. 404. Brustbein und Schultergürtel vom Schnabelthier (*Ornithorhynchus*). *epst* Episternum. *mst* Mesosternum. *hst* Hyposternum. *c.1* Costa prima, vom Mesosternum getragen. *c.2* Zweite Rippe. *c.6* Sechste Rippe, vom hintern Glied des Hyposternum getragen. Schultergürtel. *sc* Scapula. *cgl* Gelenkpfanne (*Cav. glenoidal.*). *cla* Vorderes Schlüsselbein (*Clavicula anterior*). *clp* Hinteres Schlüsselbein (*Clav. posterior*). *sc* Os coracoideum. *ocl* Ausfüllungshaut.

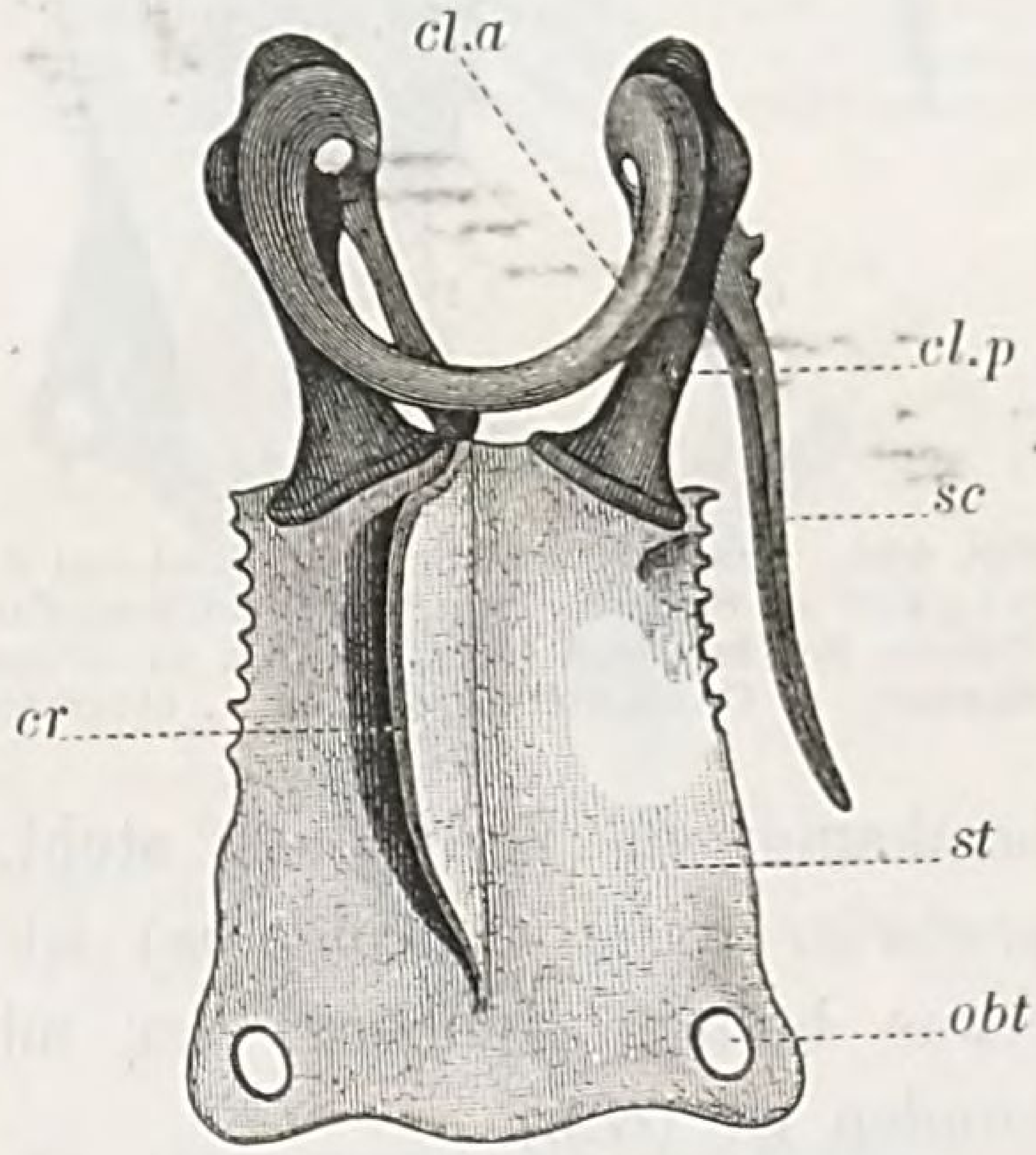


Fig. 405. Brustbein und Schultergürtel vom Steinadler (*Falco fulvus*). *sc* Scapula. *cl.a* Clavicula anterior s. Furcula. *cl.p* Clavic. poster. *st* Sternum. *cr* Crista sterni. *obt* Foram. obturatorium.

bb) Schultergürtel der Vögel.

Er stellt, wie bei den Säugethieren, einen dorsalwärts offenen Ring (Fig. 405) dar, dessen Seitenhälften aus den drei typischen Gliedern gebildet werden. Er ist der Träger der Flügel, zu welchen die vorderen Gliedmassen umgewandelt sind. Da die Brustmuskulatur für die Bewegung der Flügel so ausserordentlich mächtig und dadurch der Muskelzug auf die Schulter ganz gewaltig gesteigert ist, so besteht auch ganz allgemein der Schultergürtel aus einem Schulterblatt und zwei kräftigen Schlüsselbeinen, einem vorderen und hinteren (Fig. 406).

Das Schulterblatt (*sc*) ist hier indess nicht ein breiter platter, sondern sehr schmaler, langer, säbelförmig gekrümmter Knochen (*sc*), der hinten am Rücken, der Wirbelsäule gleichlaufend, liegt und an seinem

vorderen Ende, wo er mit dem hinteren Schlüsselbein sich verbindet, mit diesem die Gelenkpfanne (*gl*) für den Kopf des Oberarmbeins trägt.

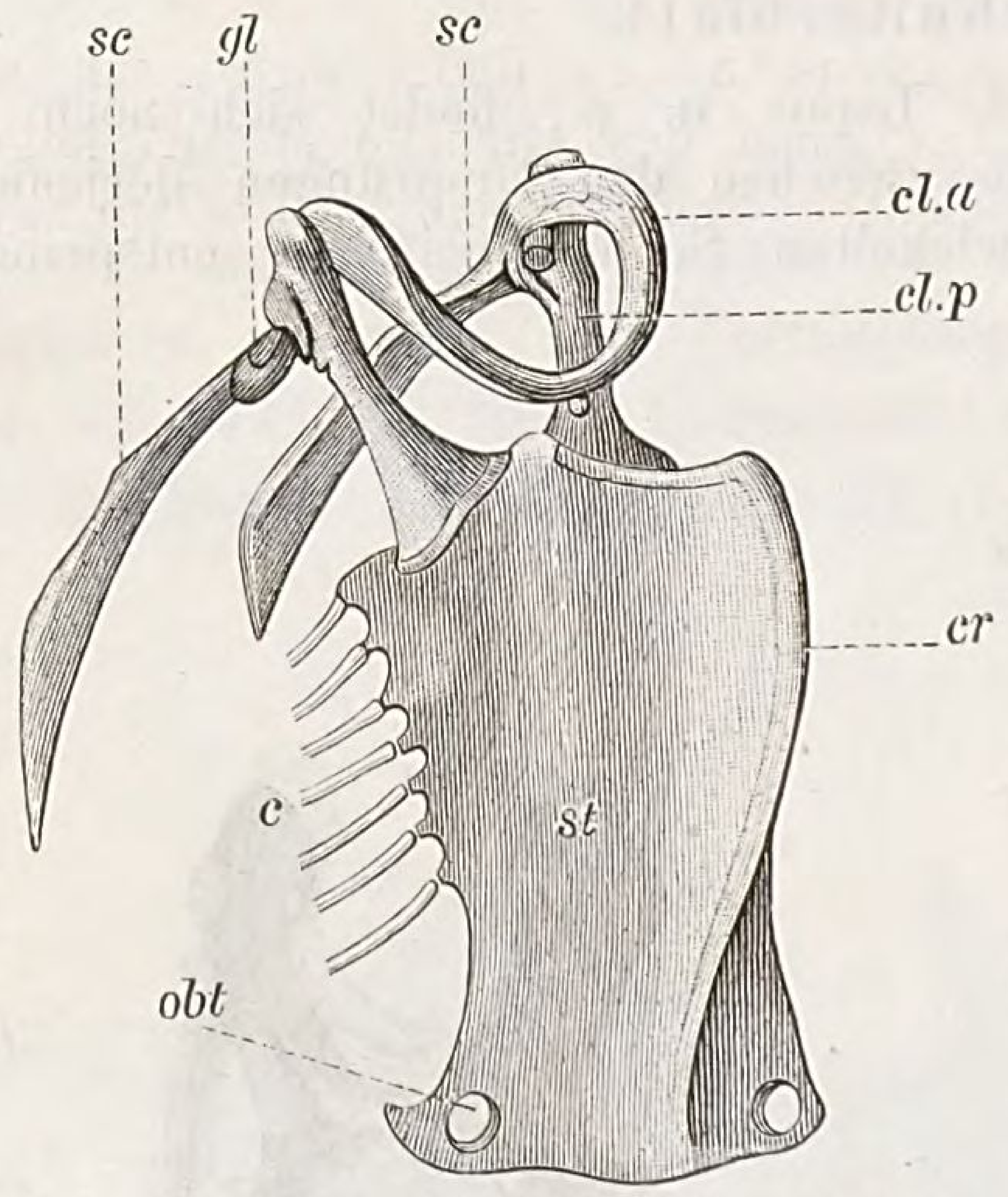


Fig. 406. Brustbein und Schultergürtel von Falco ossifragus. *sc* Scapula. *cl.a* Gabelknochen (*Furcula*). *cl.p* Hinteres Schlüsselbein (*Clav. post. s. Os coracoideum*). *st* Sternum. *cr* Crista sterni. *obt* Foram. obturator. c Costae.

Das vordere Schlüsselbein (*cl.a*) zeigt die Eigenthümlichkeit, dass dasselbe, statt beweglich, wie bei den Säugethieren, mit dem Brustbein verbunden zu sein, an seinem sternalen Ende mit dem anderseitigen verwachsen ist und dadurch den s. g. Gabelknochen (*Furcula*) bildet, für welchen unter den Säugethieren nur bei den Monotremen eine ähnliche Anordnung sich findet (Fig. 404 *cla*). An der Vereinigungsstelle beider Schlüsselbeine trägt der Gabelknochen oft einen rückwärts gerichteten unpaaren Fortsatz (Hühner, manche Sumpfvögel und Singvögel), welcher entweder durch ein Band oder unmittelbar mit dem Brustbeinkamm in Verbindung steht. Das hintere Schlüsselbein (*Clavicula posterior s. Os coracoideum*) ist ein kräftiger, am sternalen Ende meistens etwas breiter Knochen, der mit dem vorderen Rande des Brustbeins verbunden ist (*cl.p*).

Die beiden Schlüsselbeine geben eine sehr kräftige Stütze für das Schultergelenk ab und steht ihre Stärke und Entwicklung mit der Stärke der Brust- und Flügelmuskulatur in gradem Verhältnisse. Wo die letztere schwächer wird, bilden auch sie sich zurück und kann schliesslich eines von beiden sogar ganz wegfallen, so dass der Schultergürtel, wie bei den Säugethieren, jederseits nur ein Schlüsselbein hat. Allein eigenthümlich bleibt hierbei, dass nicht das hintere, wie bei den Säugethieren, sondern das vordere die Rückbildung erleidet. So haben die Brevipennen, welche Laufvögel mit verkümmerten Flügeln sind, jederseits nur ein Schlüsselbein, welches das mit dem Schulterblatte verwachsene hintere Schlüsselbein (*Os coracoideum*) ist, während die vorderen Schlüsselbeine einer allmähligen Rückbildung anheimfallen und nicht mehr zu einem Gabelknochen mit einander verbunden sind. Beim afrikanischen Strauss (Fig. 407 *cl.a*) stützt sich ihr sternales Ende auf das hintere Schlüsselbein. Das Gleiche zeigt auch Rhea americana (Fig. 408 *cl.a*). Beim Neuholländischen Casuar (Fig. 409 *cl.a*), wo die Rückbildung noch weiter vorge-

schritten ist, steht ihr sternales Ende frei, und bei Casuarius galeatus (Fig. 410 *cl.a*) stellt sie endlich nur noch einen Fortsatz des Schulterblattes vor.

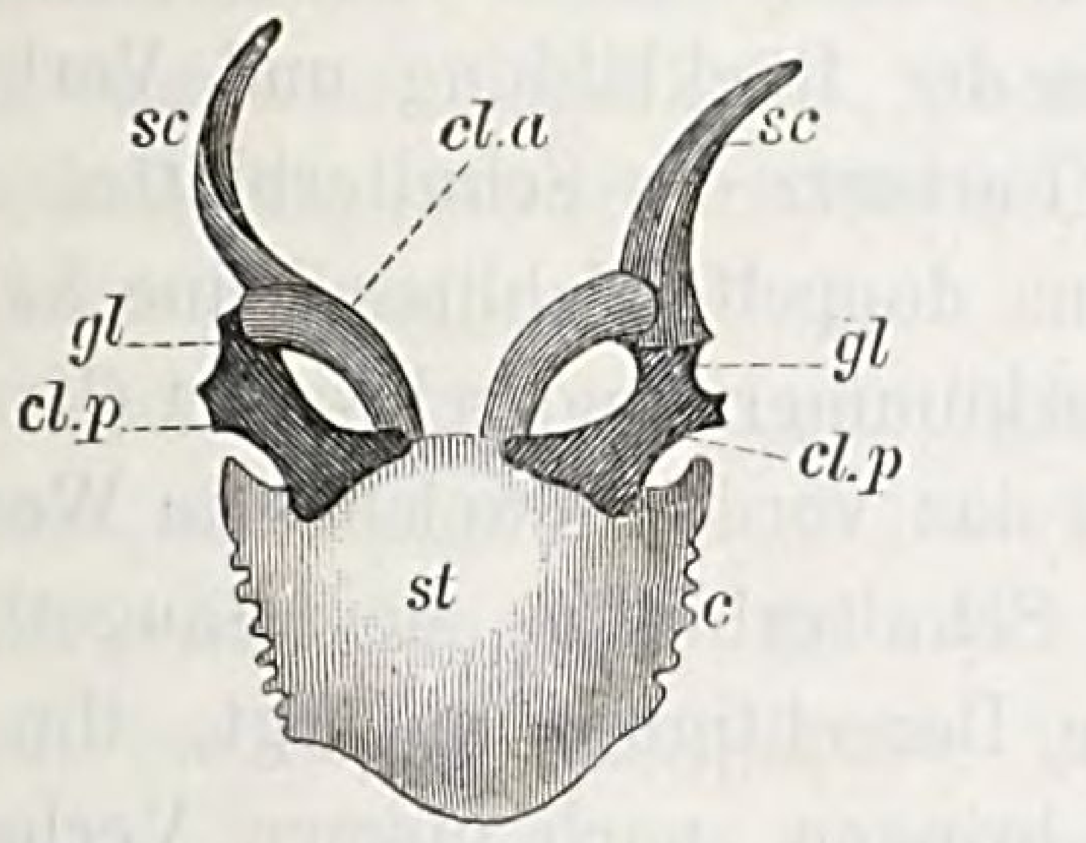


Fig. 407. Brustbein und Schultergürtel vom zweizehigen oder afrikanischen Strauss (*Struthio camelus*). *st* Sternum. *c* Insertion der Rippen. *sc* Scapula. *cl.p* Clav. posterior. *cl.a* Clavicula ant. *gl* Gelenkpfanne für den Humerus.

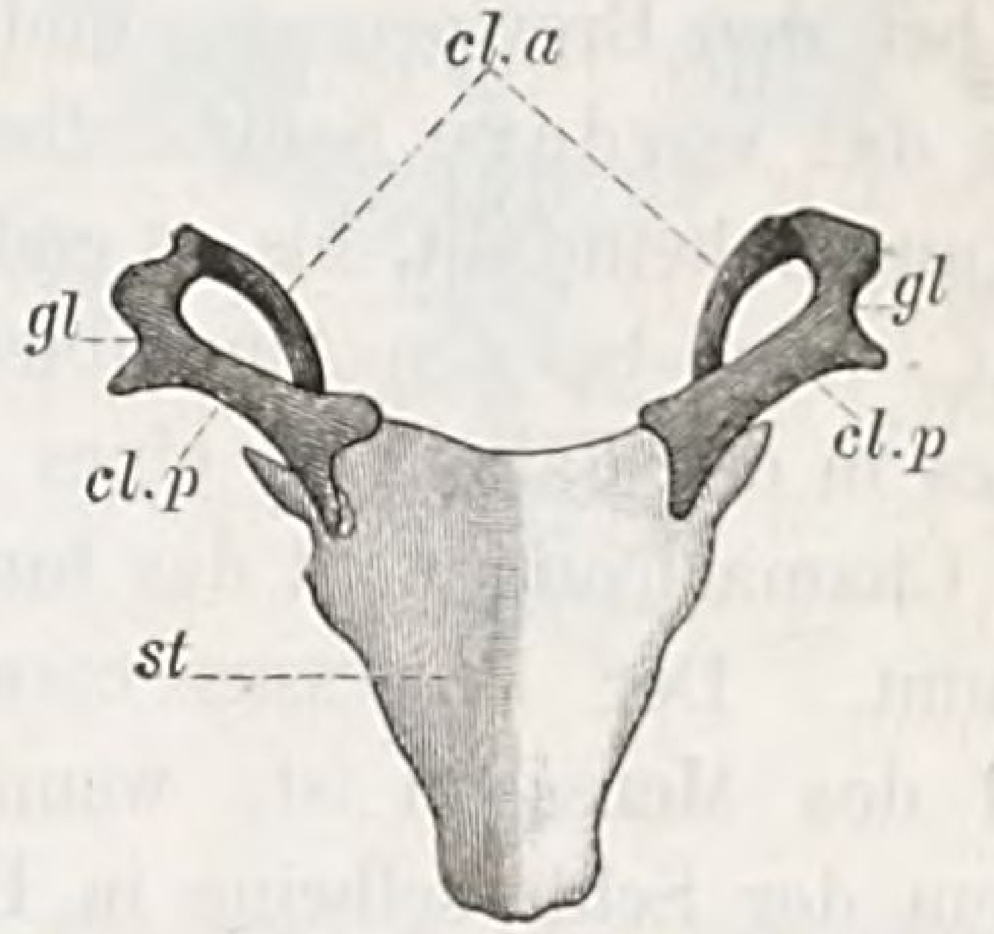


Fig. 408. Brustbein und Schlüsselbein vom 3zehigen oder amerikanischen Strauss (Rhea americana). *st* Sternum. *cl.p* Clavicula posterior, Gelenkpfanne. *cl.a* Clavicula anterior.

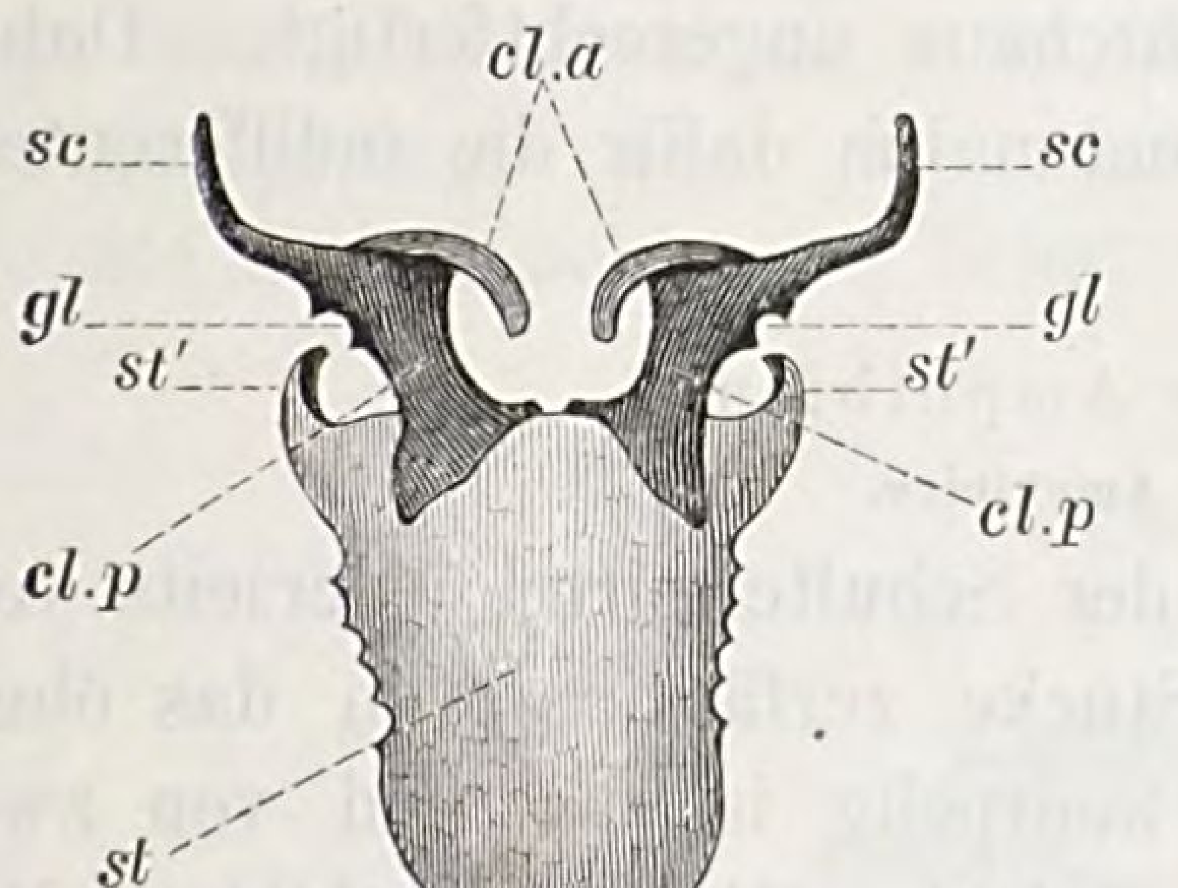


Fig. 409. Brustbein des Neuholländ. Casuar (*Rhea novae Hollandiae*). *st* Sternum. *st'* Vorderer seitlicher Fortsatz. *sc* Scapula. *cl.p* Clavicula posterior. *cl.a* Clavicula anterior. *gl* Gelenkpfanne.

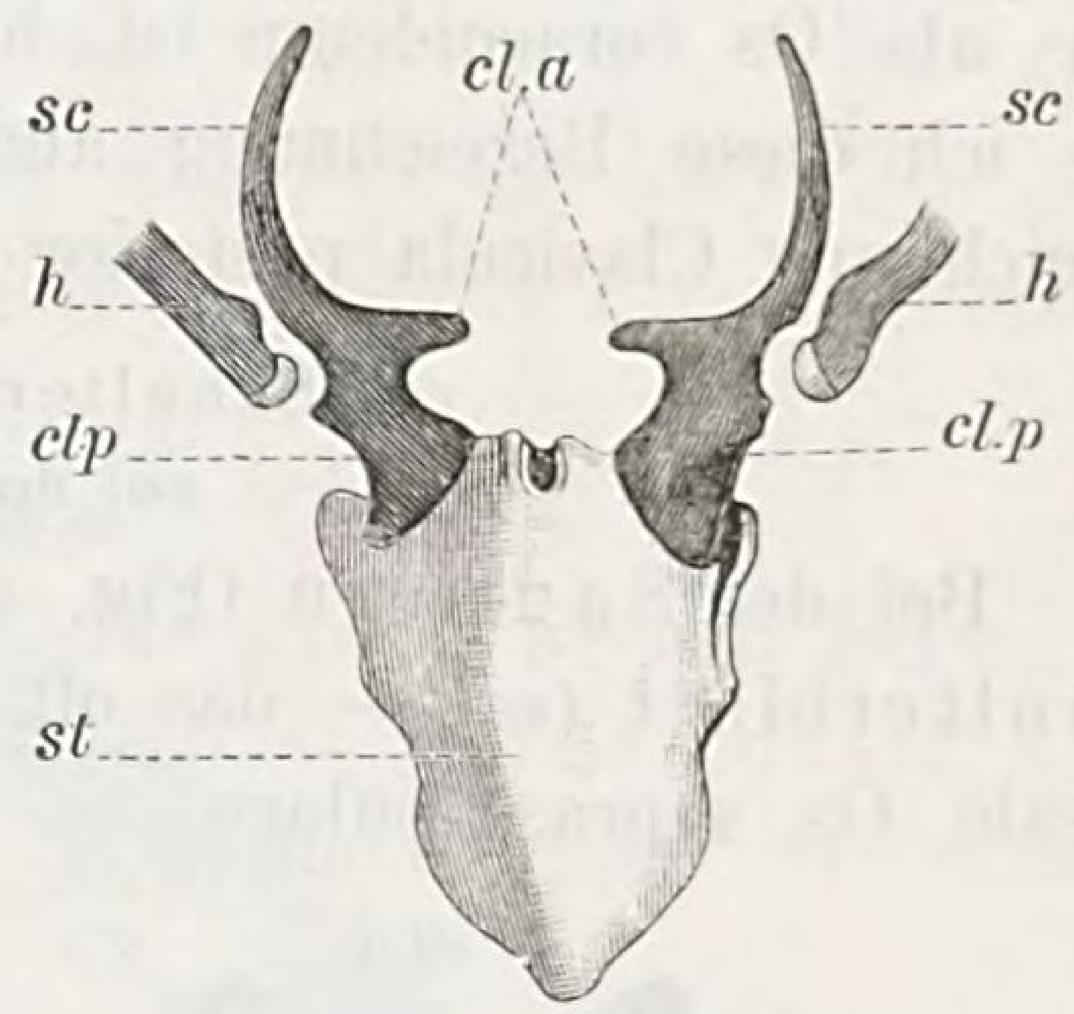


Fig. 410. Brustbein und Schultergürtel von Casuarius galeatus. *st* Sternum. *sc* Scapula. *h* Humerus. *clp* Clavicula posterior. *cl.a* Clavicula anterior.

Welches der beiden Schlüsselbeine, wenn eines fehlt, in Wegfall gekommen sei, d. h. welches der beiden, wie sie die Monotremen und Vögel haben, dem einfachen der Säugethiere und des Menschen entspreche, darüber sind die Ansichten der Zootomen sehr getheilt. Cuvier hielt das hintere für das bleibende und das vordere für einen dem Menschen fremden Knochen. Blumenbach schloss sich ihm an. Meckel dagegen sah das vordere als das bleibende und das hintere als das in Wegfall kommende an, und Retzius nannte es *Os coracoideum*, weil er den Processus coracoideus des Schulterblattes als Ueberrest desselben beim Menschen betrachtete. R. Wagner, Stannius und die meisten jüngeren Zootomen schlossen sich dieser Ansicht an, so dass jetzt ganz allgemein das hintere Schlüsselbein als Os coracoideum bezeichnet wird. Erst in jüngster Zeit fand die Ansicht Cuvier's wieder einige warme Vertheidiger und zwar

in Mäcklin u. Bonnsdorf, und halte auch ich die Ansicht der Letzteren für die richtigere. Nirgends ist die allmählige Rückbildung eines der beiden Schlüsselbeine bis zum endlichen Schwinden desselben schöner zu beobachten, als bei den Brevipennen, und hiernach kann es keinem Zweifel unterliegen, dass das vordere Schlüsselbein es ist, das der Rückbildung und Verkümmerung anheimfällt, bis es endlich in einen Fortsatz des Schulterblattes aufgeht. Auch bei den Amphibien, die meistens doppelte Schlüsselbeine haben, ist es in den Fällen, wo eines von beiden verkümmert und schwindet (Krokodil, Chamaeleon) nicht das hintere, sondern das vordere, welches in Wegfall kommt. Der Processus coracoideus des Schulterblattes der Säugethiere und des Menschen ist, wenn irgend eine Berechtigung vorliegt, ihn mit einem der Schlüsselbeine in Beziehung zu bringen, nach obigem Verhalten bei Brevipennen entschieden nicht ein Ueberrest des hinteren, sondern vielmehr des eingegangenen vorderen Schlüsselbeins und die von Retzius eingeführte und allgemein angenommene Bezeichnung des hinteren Schlüsselbeins als Os coracoideum ist hiernach durchaus ungerechtfertigt. Daher liess ich diese Bezeichnung auch fallen und nahm dafür die indifferentere Bezeichnung Clavicula posterior auf.

cc) Schultergürtel der Amphibien.

aa) Der beschuppten Amphibien.

Bei den Sauriern (Fig. 411) wird der Schultergürtel jederseits vom Schulterblatt (*sc*) — das oft in zwei Stücke zerfällt, wovon das obere dorsale Os suprascapulare — bisweilen knorpelig ist — und von zwei Schlüsselbeinen gebildet. Von letzteren ist das vordere (*cl.a*), wie bei den Monotremen, dünn und schmal und an das Episternum sich anlegend, während das hintere (*cl.p*) breit ist und in mehrere Zacken auszugehen pflegt, von welchen die hintere an den vorderen Rand des Mesosternum sich befestigt, die übrigen aber auf jeder Seite in eine knorpelige Platte sich fortsetzen, die an das Episternum sich anlegt. Die Gelenkpfanne (*gl*) wird nur vom Schulterblatt und dem hinteren Schlüsselbein gebildet, da das vordere mit seinem Schulterende weiter rückwärts bis zum Suprascapulare sich erstreckt.

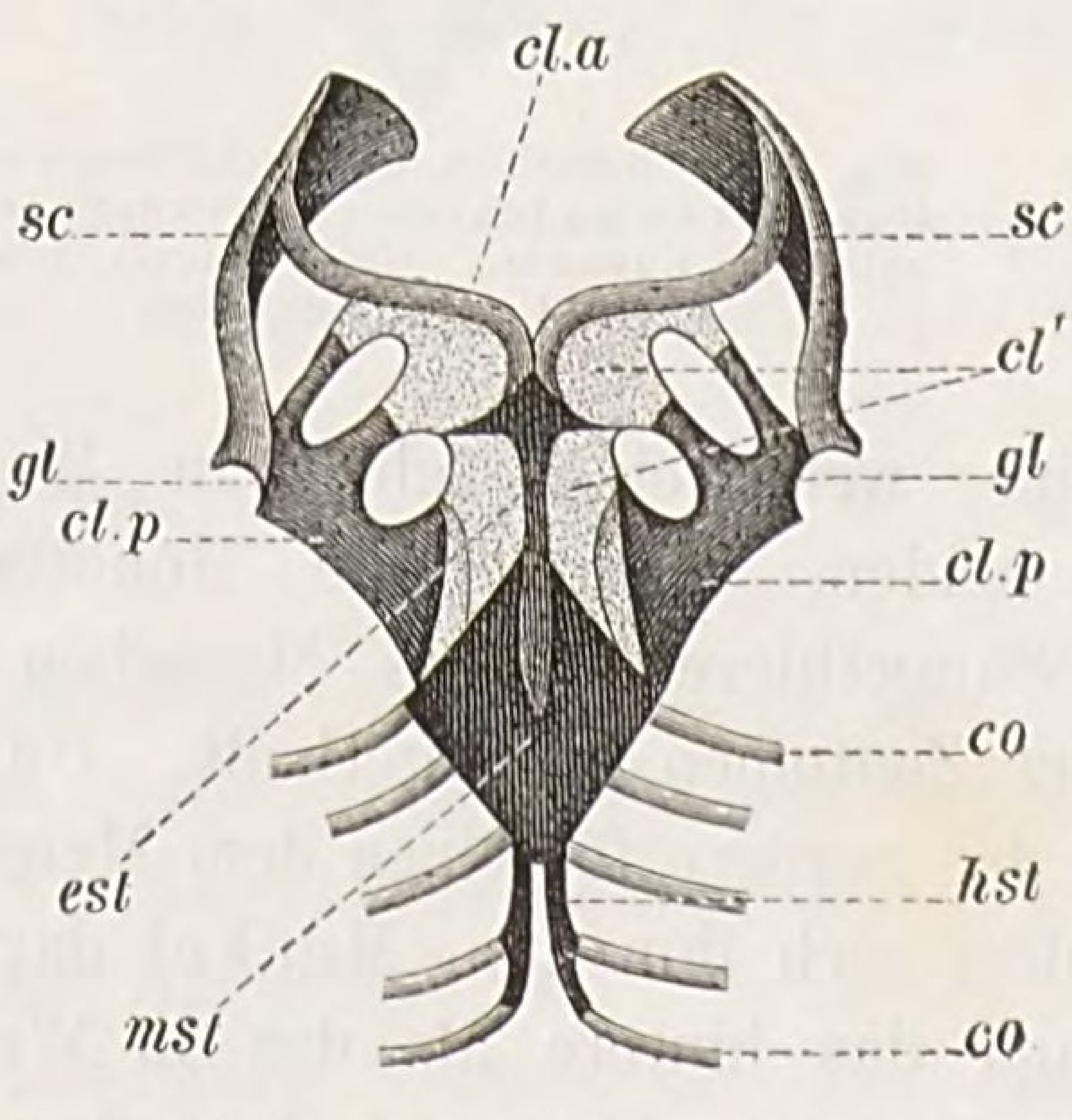


Fig. 411. Brustbein eines Sauriers (*Podinema Teguixin*). *mst* Mesosternum, eine rhomboidale Platte darstellend. *est* Episternum. *hst* Hyposternum. *co* Rippen. *sc.* Scapula. *cl.a* Vorderes Schlüsselbein (*Clavicula anterior*). *cl.p* Hinteres Schlüsselbein (*Clavicula post. s. Os coracoideum*). *cl'* Knorpelige und häutige Ausfüllungen. *gl* Gelenkpfanne zur Aufnahme des Gelenkkopfes des Oberarmbeins.

Den Krokodilen (Fig. 412 *cl.p*) und unter den Sauriern dem Chamaeleon (Fig. 363) fehlen die vorderen Schlüsselbeine. Dafür haben sie aber auch um so kräftigere, nach dem Brustbein hin sich verbreiternde hintere Schlüsselbeine.

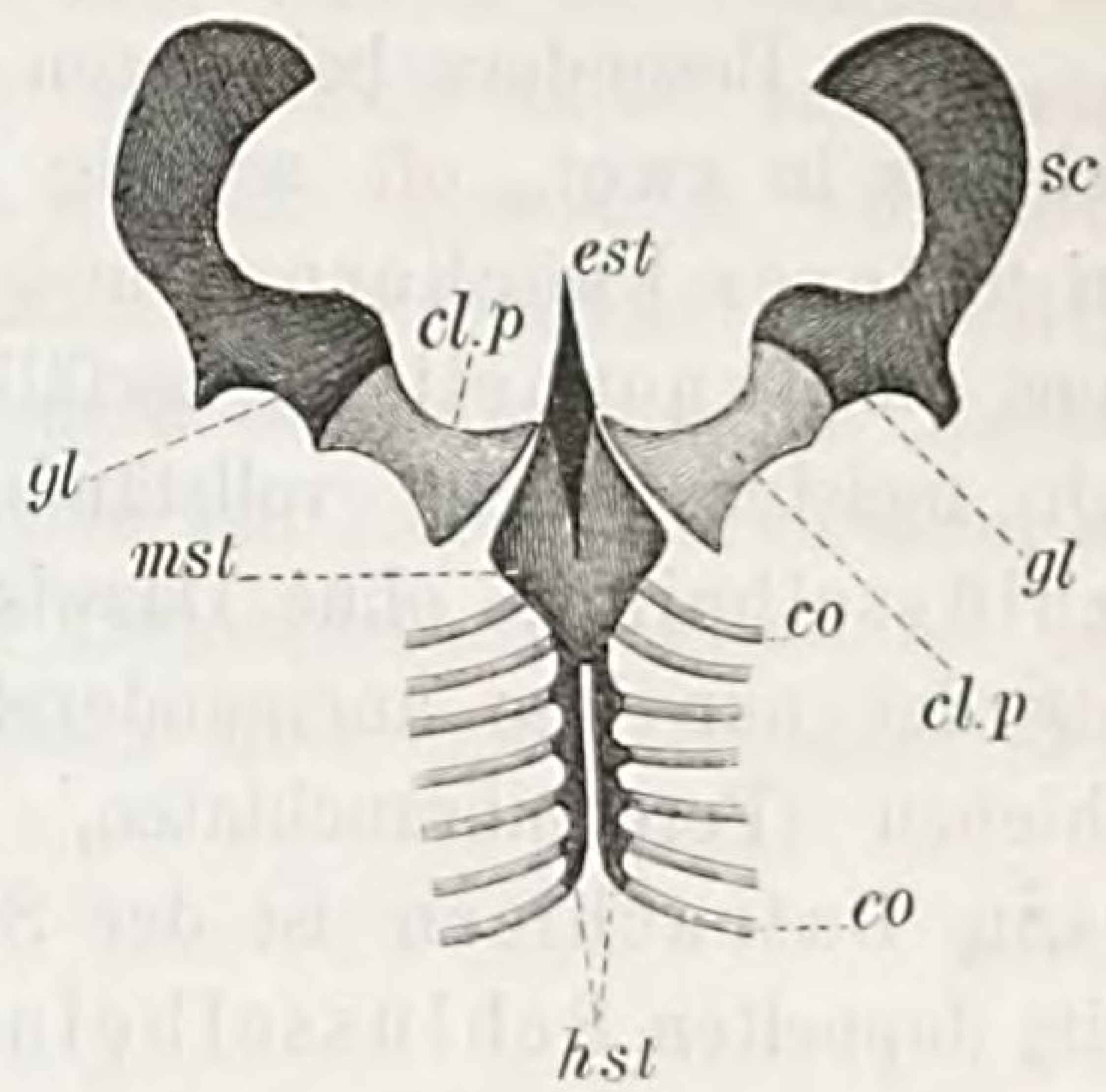


Fig. 412. Brustbein und Schultergürtel vom Krokodil. *sc* Scapula. *cl.p* Hinteres Schlüsselbein (*Os coracoid.*). *gl* Gelenkpfanne für den Kopf des Humerus. *est* Episternum. *mst* Mesosternum. *hst* Hyposternum. *co* Rippen.

Bei den Cheloniern (Fig. 413) besteht der Schultergürtel jederseits aus einem schmalen, an die Wirbelsäule gehefteten Schulterblatte (*sc*) und zwei Schlüsselbeinen, einem vorderen und hinteren (*cl.a*, *cl.p*), von denen das erstere mit dem Schulterblatte zu einem Knochen verwachsen ist und bei den Seeschildkröten an eine Platte des Bauchschildes sich stützt. Die Gelenkpfanne liegt, wie sonst nur beim Beckengürtel, an der Stelle, wo die drei Knochen des Schultergürtels zusammenstossen.

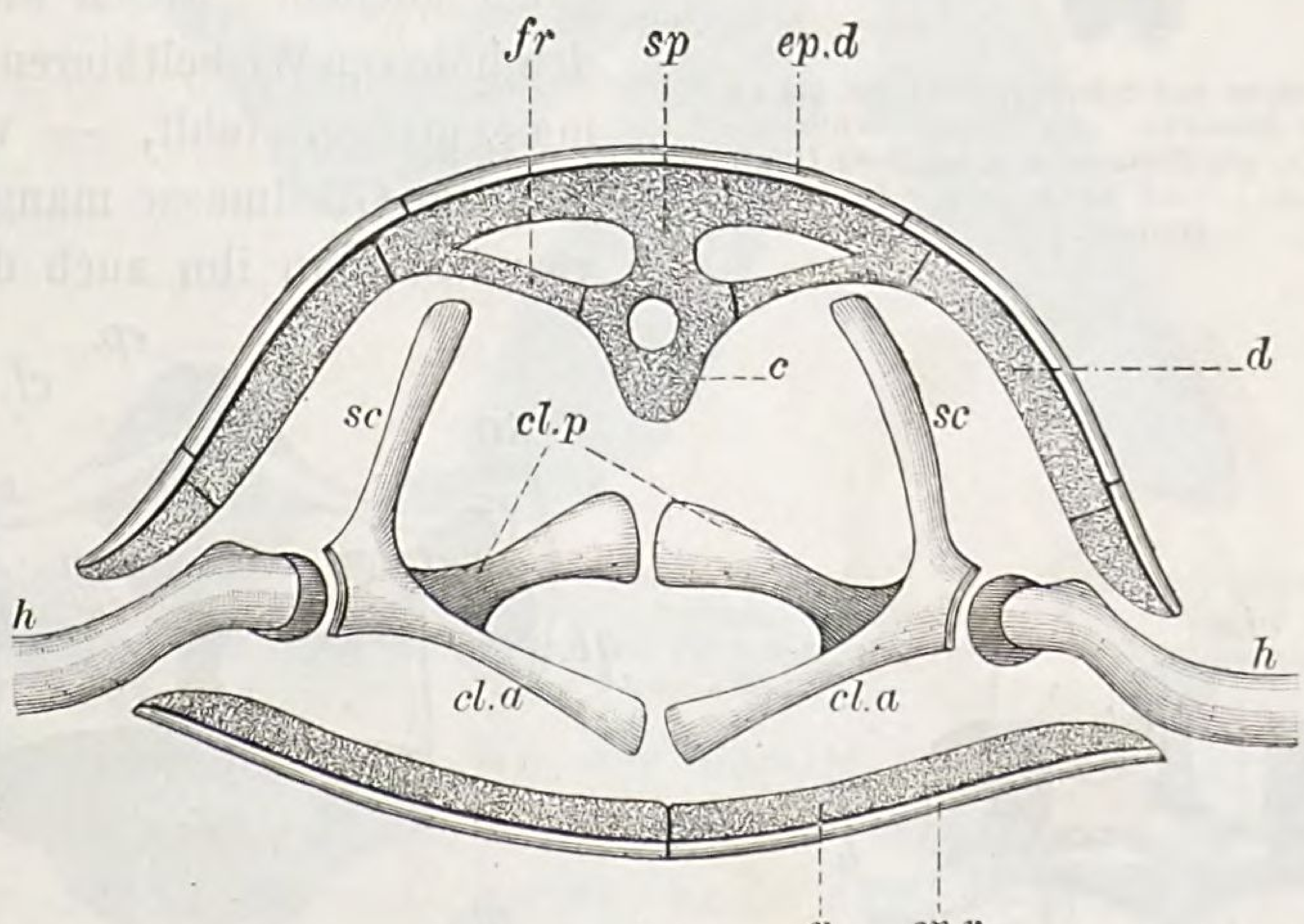


Fig. 413. Inneres und Hautskelet einer Schildkröte (*Testudo*), halbschematisch im Querdurchschnitt dargestellt. *d* Rückenschild. *ep.d* Hornplatten. *v* Bauchschild, Hornplatten desselben. *c* Wirbelsäule im Querdurchschnitte. *sp* Process. spinosus. *tr* (statt *fr*) Process. transversus. Jener ist mit den mittleren Bauchplatten, dieser mit den seitlichen Bauchplatten des Hautskelets verwachsen. (Die Trennung der mittleren Platte von der seitlichen ist im Holzschnitt irrthümlich nach aussen von der Vereinigung der Querfortsätze mit dem Hautskelet angelegt; sie sollte einwärts von dieser Vereinigungsstelle sich befinden, da die Querfortsätze mit den seitlichen Bauchplatten des Rückschildes und nicht mit den mittleren sich verbinden.) *sc* Schulterblatt (*Scapula*). *cla* Vorderes Schlüsselbein. *clp* Hinteres Schlüsselbein. *h* Oberarmbein (*Os humeri*).

Bei den Schlangen, denen die vorderen Gliedmassen ganz abgehen, fehlt auch der Schultergürtel.

ββ) Der nackten Amphibien.

Das Besondere bei diesen besteht darin, dass 1) das Schulterblatt meistens in zwei, oft winklig unter einander zusammenstossende Stücke, ein unteres knöchernes und oberes, auf dem Rücken liegendes, meistens nur knorpeliges zerfällt; 2) dass der Schultergürtel ventralwärts sich meistens nicht vollständig schliesst, indem die beiderseitigen Schlüsselbeine, ohne Dazwischenkunft eines eigentlichen Stützknochens, entweder nur lose aneinanderstossen oder selbst etwas über einander sich schieben (Perennibranchiaten, Salamandrinen). Nur bei den schwanzlosen Batrachiern ist der Schluss ein vollständigerer, indem die jederseits doppelten Schlüsselbeine, ein vorderes und hinteres, entweder unmittelbar in feste Verbindung mit einander treten (Fig. 414) oder durch Dazwischenkunft eines Brustbeins fester vereinigt werden (Fig. 415 u. 416).

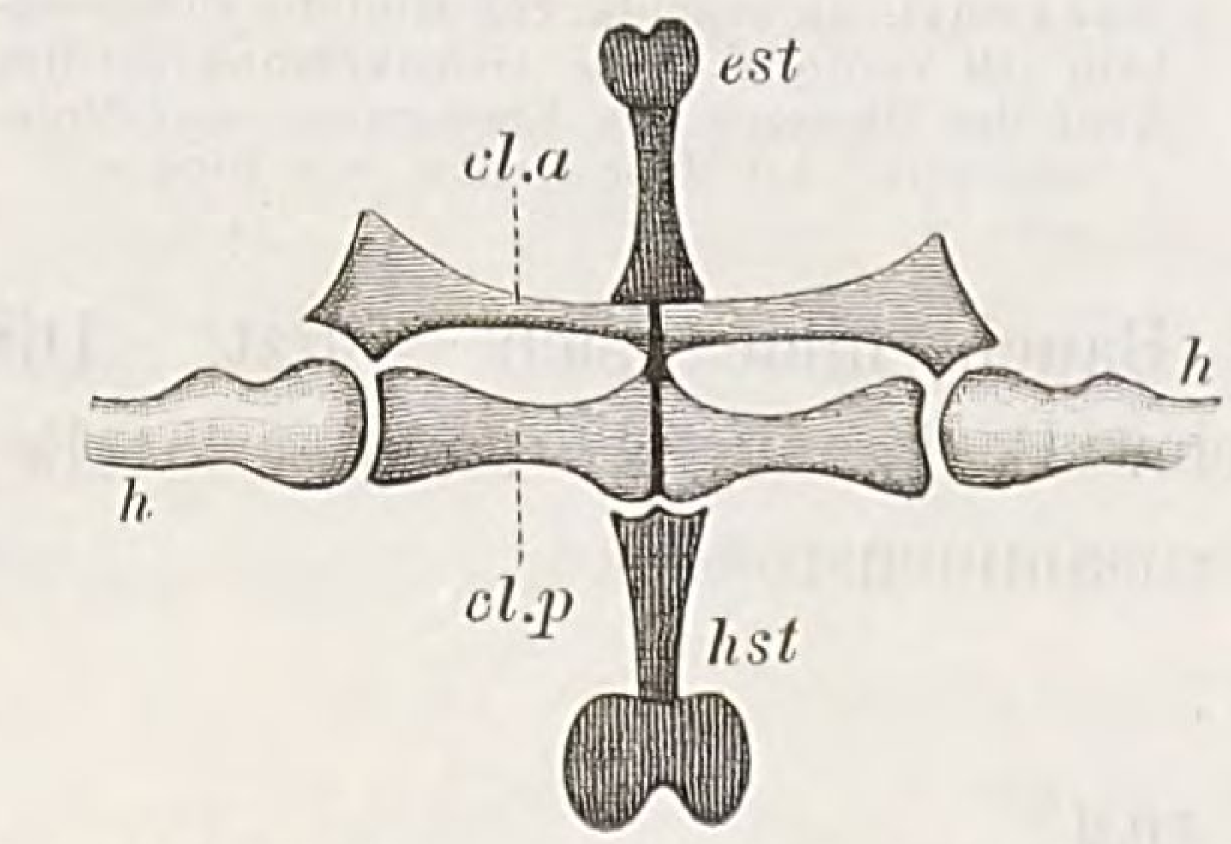


Fig. 414. Brustbein und Schultergürtel von Rana esculenta. *h* Humerus. *cl.a* Vorderes Schlüsselbein (*Clav. ant.*). *cl.p* Hinteres Schlüsselbein (*Clav. post. s. Os corac.*). *est* Episternum. *hst* Hyposternum.

dd) Schultergürtel der Fische.

Nicht alle Fische besitzen einen solchen. Gleich wie auch bei den höheren Wirbelthieren der Gliedmassenträger fehlt, — wo die zugehörige Gliedmasse mangelt, — so vermisst man ihn auch da, wo die zugehörige Flosse fehlt (Septocardier). Bei den Fischen indess, die einen Brustgürtel besitzen und das sind die bei weitem meisten, — da stellt er, dem allgemeinen Plan entsprechend, auch einen dorsalwärts offenen Ring

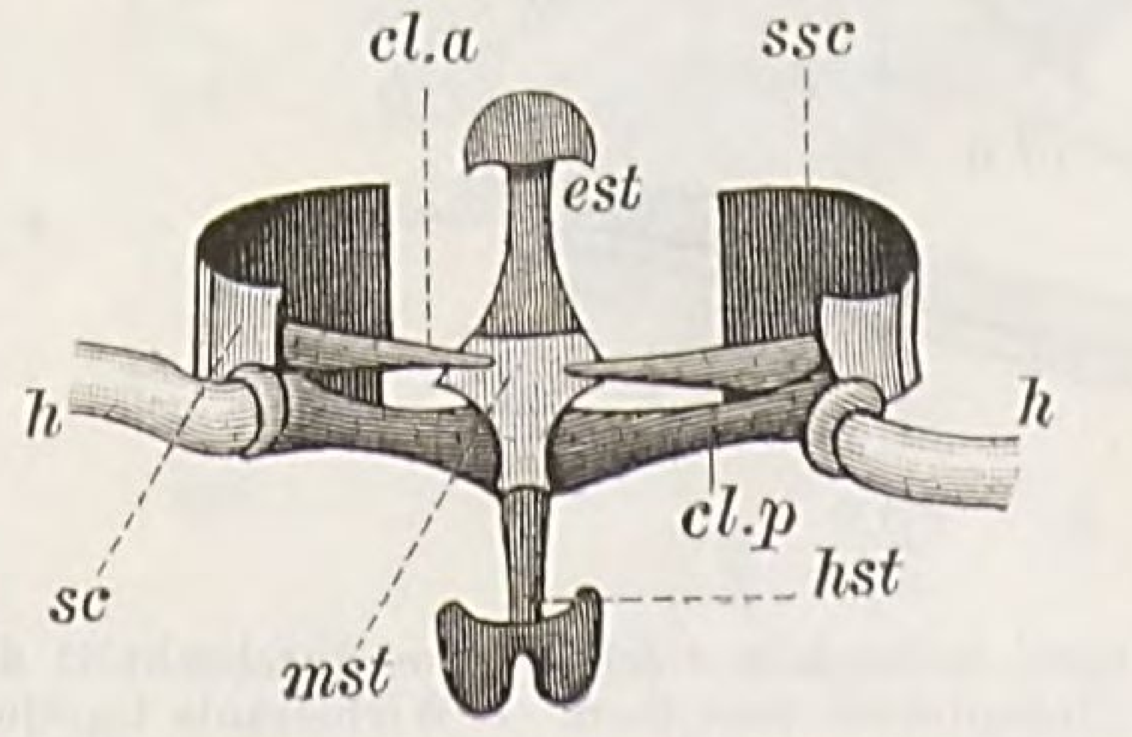


Fig. 415. Brustbein und Schultergürtel von Rana temporaria. *ssc* Suprascapulare. *sc* Scapulare. *h* Humerus. *cl.a* Clav. ant. *cl.p* Clavicul. post. *est* Episternum. *mst* Mesosternum. *hst* Hyposternum.

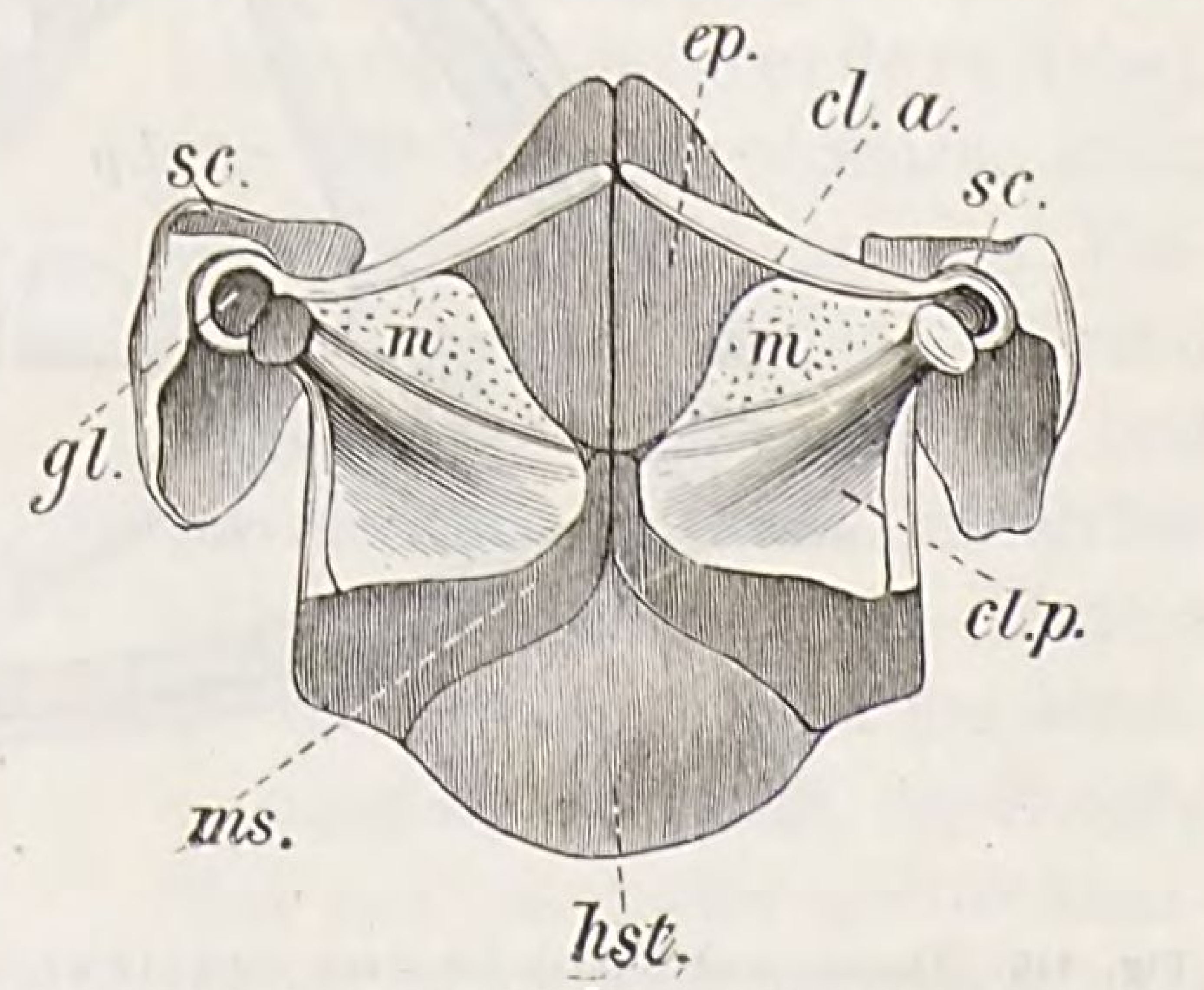


Fig. 416. Brustbein von Pipa. *ep* Episternum. *ms* Mesosternum. *hst* Hyposternum. *sc* Scapula. *cl.a* Clavicula anterior. *cl.p* Clavicula posterior (*Os coracoideum*). *m* Häutig verschlossene Lücke. *gl* Gelenkpfanne für den Kopf des Oberarmbeins, vom Schulterblatt und Schlüsselbein gebildet.

dar, der entweder ungegliedert ist, oder in zwei ventral mit einander verbundene Seitenhälften zerfällt, oder diese sind noch weiter in einzelne, meistens drei Stücke, bisweilen auch mehr gesondert. Bei den Rochen ist er mit seinem dorsalen Ende hinter dem Schädel an die Wirbelsäule geheftet, bei den Squaliden dagegen steckt er lose im Muskelfleisch, und bei den Knochenfischen sitzt er mit Zacken am Schädel an. Er besteht bei den Selachiern aus zwei Bogenhälften, welche bei den Rochen ventralwärts mit einander verwachsen sind und auch sonst keine

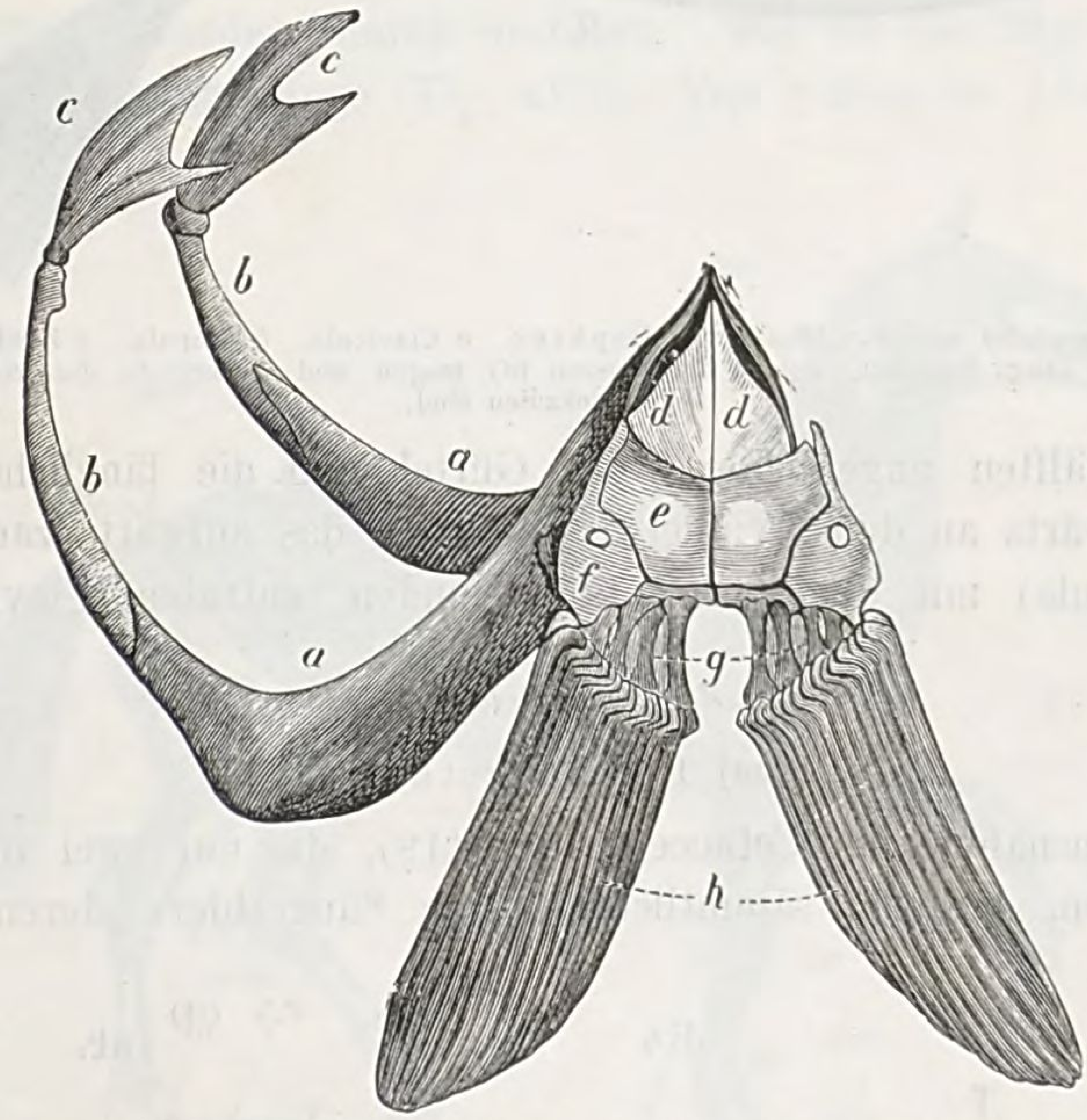


Fig. 417. Brustflosse vom Karpfen (*Cyprinus Carpio*). *a* Clavicula. *b* Scapula. *c* Suprascapulare. *d e f* Basalstücke, von denen *d* dem Humerus, *e* u. *f* dem Radius und der Ulna verglichen werden. *g* längliche kleine Knochenstücke, welche das secundäre Skelet der Flosse (*h*) tragen und Ueberreste des primären Stützapparates der Flosse sind.

weitere Gliederung zeigen. Wo der dorsale, der Scapula entsprechende Theil in den ventralen, mit der Clavicula vergleichbaren übergeht, sitzt aussen die Brustflosse auf, welche noch durch einen, von hier nach hinten sehenden langen Fortsatz gestützt wird. Bei den Knochenfischen sind die beiden Seitenhälften oder Bogenschenkel an ihrem ventralen Ende entweder durch Bandmasse oder durch Naht mit einander verbunden. Jede Seitenhälfte des Gürtels wird von meistens drei Stücken zusammengesetzt (Fig. 417), wovon das dorsale (*c*) dem Suprascapulare, das mittlere (*b*) der Scapula, und das unterste (*a*) der Clavicula verglichen wird. Unter der Vereinigungsstelle der beiderseitigen ventralen Enden sitzt die Brustflosse (*h*) auf. Bei Lophius (Fig. 418) sind die bei-

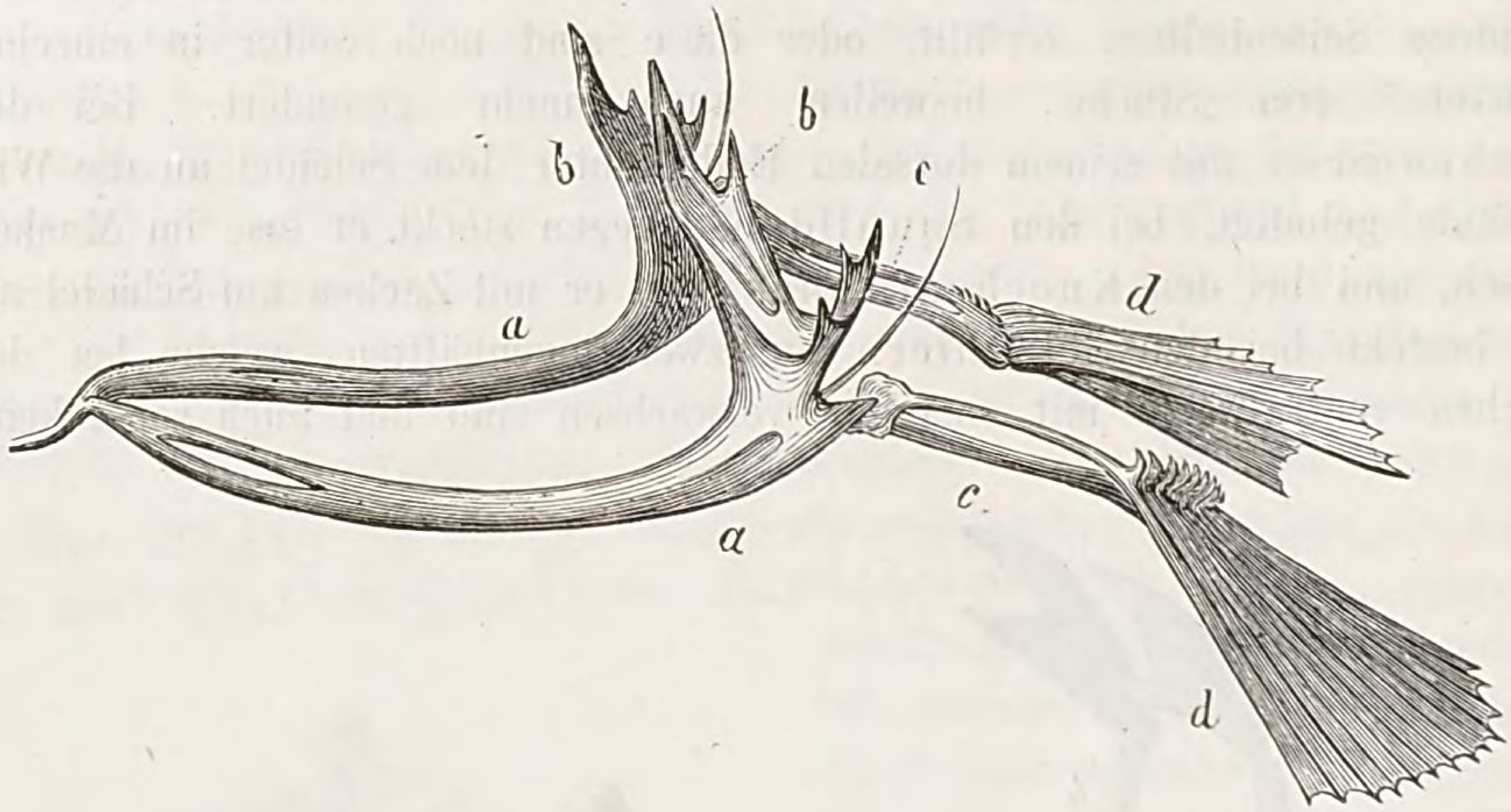


Fig. 418. Schultergürtel und Brustflosse von Lophius. *a* Clavicula. *b* Scapula. *c* Zwei, dem Radius und der Ulna ähnliche lange Knochen, welche die Flossen (*d*) tragen und Ueberreste der reducirten primären Flossenradien sind.

den Seitenhälften ungegliedert, der Gürtel und die längliche Brustflosse sitzen rückwärts an dem Winkel an, welchen das aufwärts zackige dorsale Ende (Scapula) mit dem horizontal liegenden ventralen (Clavicula) bildet.

c) *Skelet der eigentlichen Gliedmassen.*

aa) Der Säugethiere.

Mit Ausnahme der Cetaceen (Fig. 419), die nur zwei vordere Gliedmassen haben, besitzen sämmtliche übrige Säugethiere deren vier, und

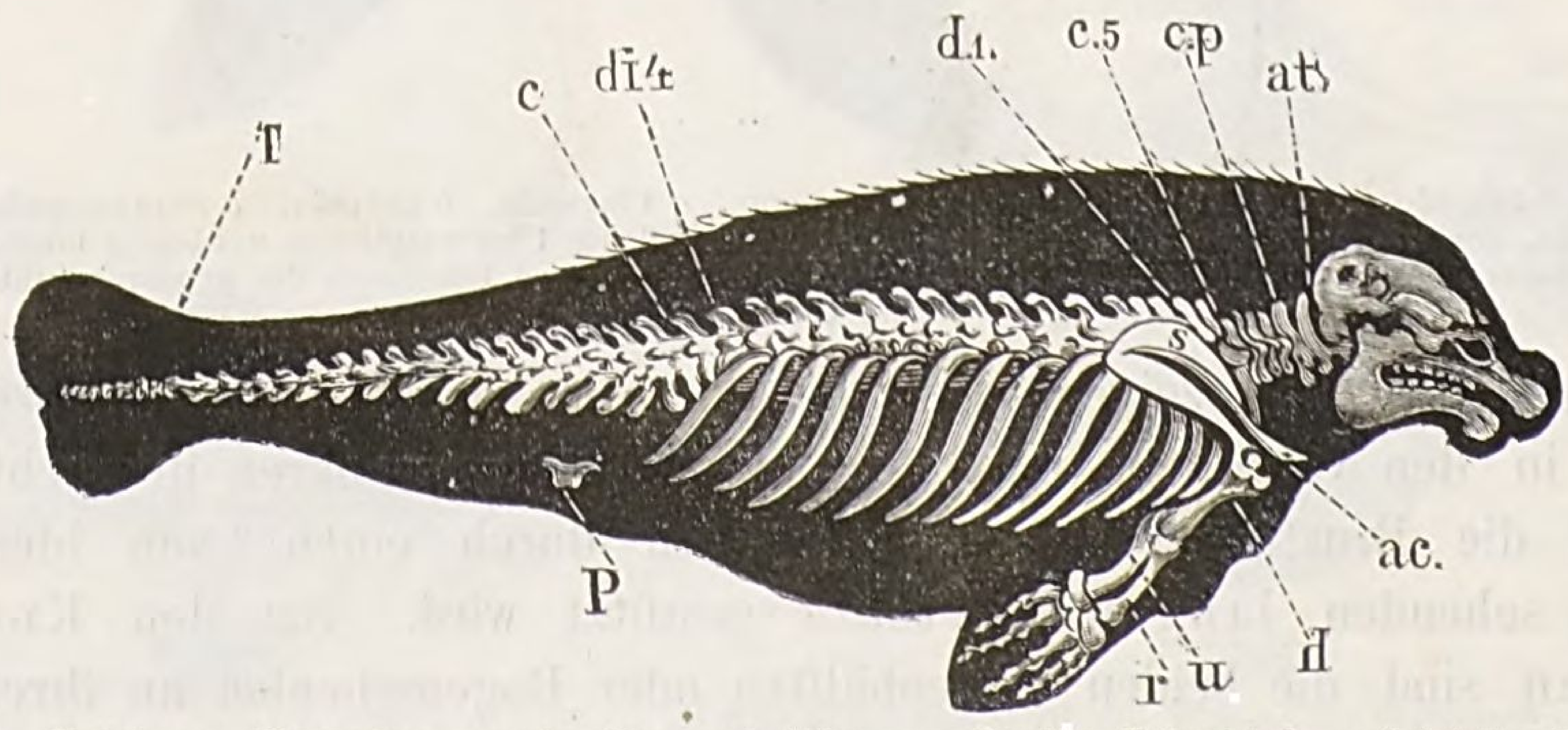


Fig. 419. Skelet von Manatus australis. *at* Atlas. *cp* Zweiter Halswirbel. *c.6* (statt *c.5*) Sechster Halswirbel. *d.1* Erster Dorsalwirbel (im Holzschnitt ist fälschlich auf den zweiten Dorsalwirbel hingewiesen). *d.14* Letzter (14.) Dorsalwirbel. *l—c* Lumbocaudalwirbel (im Holzschnitt sind *l—c* unverbunden und verkehrt dargestellt). *P* Rudimentäres Becken. *s* Schulterblatt (*Scapula*). *ac* Acromion. *h* (statt *d*) Oberarm. *u* Ulna. *r* Radius.

sind dieselben nach dem gleichen Plane, wie die menschlichen, angelegt. Sie haben mit letzteren dieselbe Gliederung in der Längsrichtung gemeinsam, und wenn ihre Gliederung in die Quere der menschlichen in

vielen Fällen auch ähnlich ist, so sind es doch die mannigfaltigen Abänderungen und Abweichungen, welche die Gliedmassen der Säugethiere gerade in Beziehung dieser Gliederung zeigen, durch welche sie sich sowohl untereinander als auch von den menschlichen sehr wesentlich unterscheiden: — Verschiedenheiten, welche durch die Verschiedenheit der Verhältnisse bedingt wurden, welchen der Gebrauch der Gliedmassen bei den verschiedenen Thieren sich anpassen musste.

aa) **Oberarm-** (*Os humeri*) **und Oberschenkelbein** (*Os femoris*).

Beide sind einander ähnlich gestaltet. Nur ist das Oberschenkelbein meistens von grösserer Länge (Fig. 420). Von geringerer Länge, von ge-

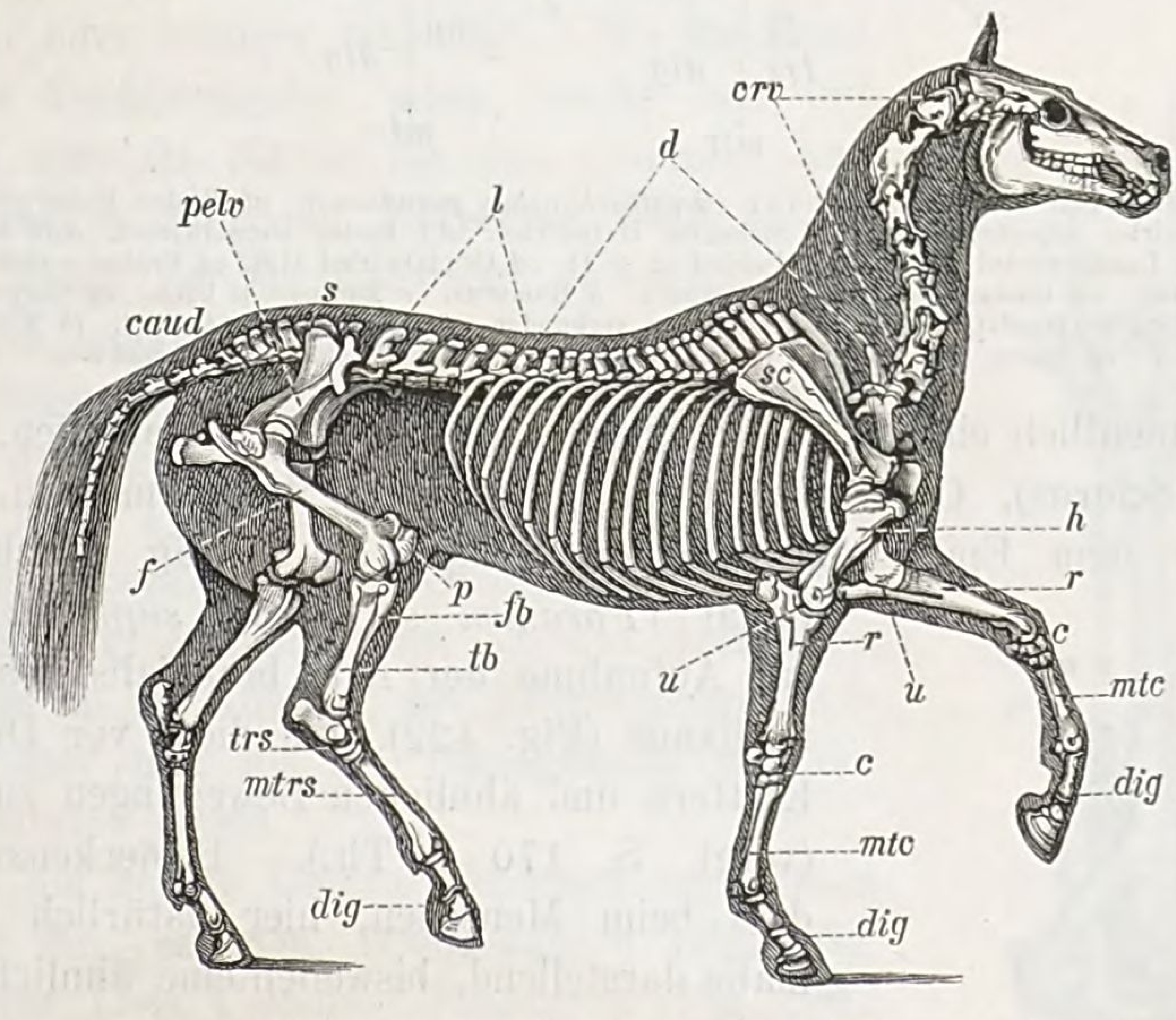


Fig. 420. Skelet vom Pferd (*Equus caballus*). Kopf. *cr* Hirntheil oder Schädel des Kopfes (*Cranium*). *f* Antlitztheil des Kopfes. Rumpf. *crv* Halswirbel (7). *d* Rückenwirbel (*Vertebrae dorsales*, 18). *l* Lendenwirbel (*Vertebrae lumbales*, 6). *s* Kreuzwirbel (5), zum Kreuzbein verbunden. *caud* Schwanzwirbel (*Vertebrae caudales*, 16 — 18). *c* Wahre Rippen (*Costae verae*), die 8 vorderen. *c'* Falsche Rippen (*Costae spuriae*), die 10 hinteren. *cc* Rippenknorpel (*Cartilag. cost.*). Vordere Gliedmassen (*Extremitates ant.*). *sc* Schulterblatt (*Scapula*). *h* Oberarmbein (*Os humeri*). *r* Speiche (*Radius*). *u* Ellenbogenbein (*Ulna*). *ol* Olecranon. *c* Handwurzel (*Carpus*). *am* Handgelenk (*Articulatio manus*) (Vorderknie). *mtc* Mittelhand (*Metacarpus*). *mtc'* Griffelbeine (verkümmerte Metacarpalknochen). *dig* Finger (*Digitus*), aus 3 Gliedern zusammengesetzt. Das erste Glied heisst Fesselbein, das zweite Kronbein, das dritte Hufbein. *sm* Sesambein (*Os sesamoideum*), unter dem ersten Fingergelenk, gewöhnlich Gleichbein genannt. Hintere Gliedmassen (*Extremitates posteriores*). *pelv* Becken (*Pelvis*). *f* Oberschenkelbein (*Os femoris*) oder Backenbein. *p* Kniescheibe (*Patella*). *tb* Grosses Unterschenkelbein, Schienbein (*Tibia*). *fb* Kleines Unterschenkelbein, Wadenbein (*Fibula*) oder Dorn. *ap* Fussgelenk (*Articulatio pedis*), auch Sprunggelenk genannt. *trs* Fusswurzel (*Tarsus*). *cal* Die Ferse, gewöhnlich Hinterknie genannt. *mtrs* Mittelfuss (*Metatarsus*), aus einem Hauptknochen (dem sog. hinteren Schienbein) und zwei verkümmerten Mittelfussknochen beiderseits des ersteren, den sog. Griffelbeinen (*mtrs*) bestehend. *dig* Zehe (*Digitus*), deren erstes Glied, wie am Vorderfuss, Fesselbein, das zweite Kronbein und das Endglied Hufbein heisst. *sm* Sesambein (*Os sesamoideum*) oder das Gleichbein.

drungener Gestalt und zum Theil mit starken Muskelfortsätzen versehen, sind sie, besonders das Oberarmbein, bei Thieren, die ihre Gliedmassen zu

Grab- oder Schwimmbewegungen gebrauchen (Talpa, Monotremen, [Fig. 421], Robben, Cetaceen u. a.). Bei manchen Säugethieren, wie manchen

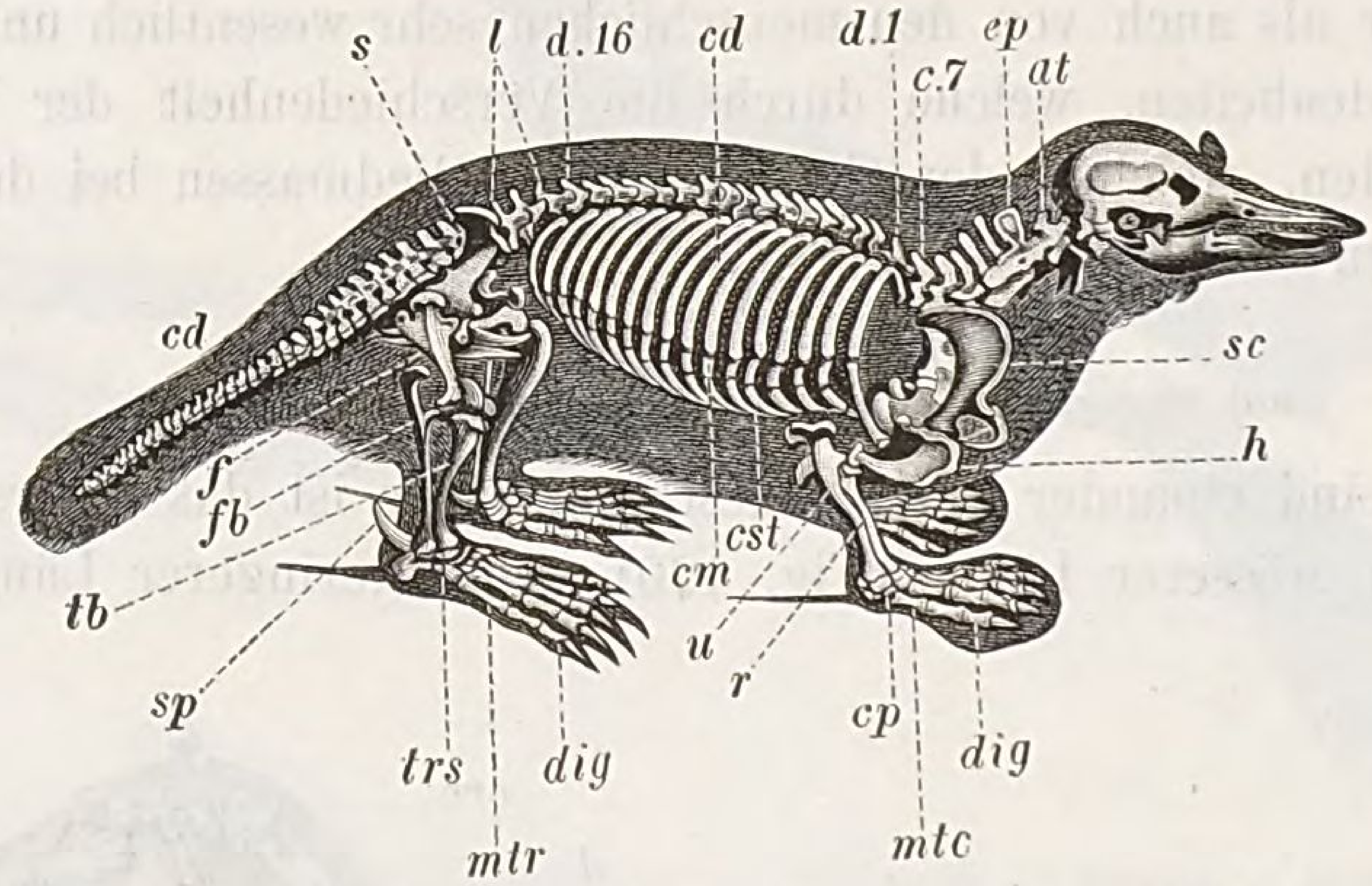


Fig. 421. Skelet vom Schnabelthier (*Ornithorhynchus paradoxus*). *at* Erster Halswirbel (*Atlas*). *ep* Zweiter Halswirbel (*Epistropheus*). *c.7* Siebenter Halswirbel. *d.1* Erster Dorsalwirbel. *d.16* Letzter Dorsalwirbel (16). *l* Lendenwirbel (3). *s* Sacralwirbel (2 + 1). *cd* Caudalwirbel (19). *cd* Costae vertebrales (16). *cm* costae medianae. *cst* Costae sternales. *sc* Scapula. *h* Humerus. *r* Radius. *u* Ulna. *cp* Carpus. *mtc* Metacarpus. *dig* Finger (*Digiti*), durch Schwimmhäute verbunden. *f* Oberschenkel (*Femur*). *tb* Tibia. *fb* Fibula. *sp* Sporn. *trs* Tarsus. *mtr* Metatarsus. *dig* Zehen (ohne Schwimmhäute).

Affen, namentlich einigen amerikanischen (Cebus u. a.), Halbaffen, manchen Nagern (Sciurus), Carnivoren (Felis), Beutlern, Monotremen u. a. findet sich über dem Epicondylus internus humeri ein schräg durchführender Canal (*Foramen s. canalis supracondyloideus*) zur Aufnahme der Art. brachialis nebst Nervus medianus (Fig. 422), um diese vor Druck beim Klettern und ähnlichen Bewegungen zu schützen (vergl. S. 170 I. Th.). Bemerkenswerth ist, dass beim Menschen, hier natürlich eine Anomalie darstellend, bisweilen eine ähnliche Bildung vorkommt.



Fig. 422. Canalis supracondyloidus mit der durchgehenden Arteria brachialis und dem Nervus medianus von *Cebus capucinus*.

$\beta\beta$) **Unterarm** (*Antibrachium*) **und Unterschenkel** (*Crus*).

Beim Menschen sind diese, obschon nach demselben Plane angelegt, doch einander sehr wenig ähnlich, weil sie sehr verschiedenen Leistungen und Anforderungen sich anpassen mussten: Der Unterschenkel der Anforderung, welche eine starke tragende Stütze machte, und der Unterarm derjenigen, welche die Funktion als Greifwerkzeug und grosse Drehbeweglichkeit der Hand stellte. Wo ihre Funktionen so weit auseinander gehen, sind sie, wie beim Menschen, auch bei den Säugethieren von einander verschieden. Wo ihre Leistungen aber einander ähnlich werden,

zeigen sie auch in ihren Formen und ihrer Zusammensetzung grössere Aehnlichkeit oder selbst Uebereinstimmung.

Die bewegliche Verbindung der beiden Knochen des Unterarms (Radius u. Ulna) ist auf die Vermittlung von Drehbewegungen mit der Hand — Vor- und Rückwärtsdrehung — berechnet. Wo diese Bewegungen so frei, wie beim Menschen, ausgeführt werden, da kömmt auch der Bau des Unterarms mit dem menschlichen am meisten überein, wie dies bei den Affen der Fall ist. Wo diese Bewegungen aber mehr beschränkt sind, wie bei den Carnivoren, Insectivoren, Edentaten, Beutlern und manchen Nagern (Sciurus, Biber) u. a., da nimmt der Radius an der Verbindung des Unterarms mit dem Oberarm einen grösseren Antheil und ist die Ulna auch unten an der Verbindung mit der Hand, die sie tragen hilft, mehr oder weniger betheiligt. Wo die Hand gar keine Drehbewegung mehr macht und der Unterarm nur als Stütze für den Oberarm und der auf diesem ruhenden Körperlast dient, — da sind die beiden Vorderarmknochen entweder unbeweglich mit einander verbunden oder selbst mit einander verwachsen. Ersteres findet sich namentlich bei den grossen Pachydermen u. a. Beim Elephant (Fig. 423) ist die Ulna der Hauptträger sowohl des Oberarms als auch der Hand. Aehnlich ist es beim Nashorn; nur ist die Theilnahme des Radius an der Bildung des Ellenbogengelenkes etwas grösser und die am Handgelenke der des Ellenbogenbeins gleich.

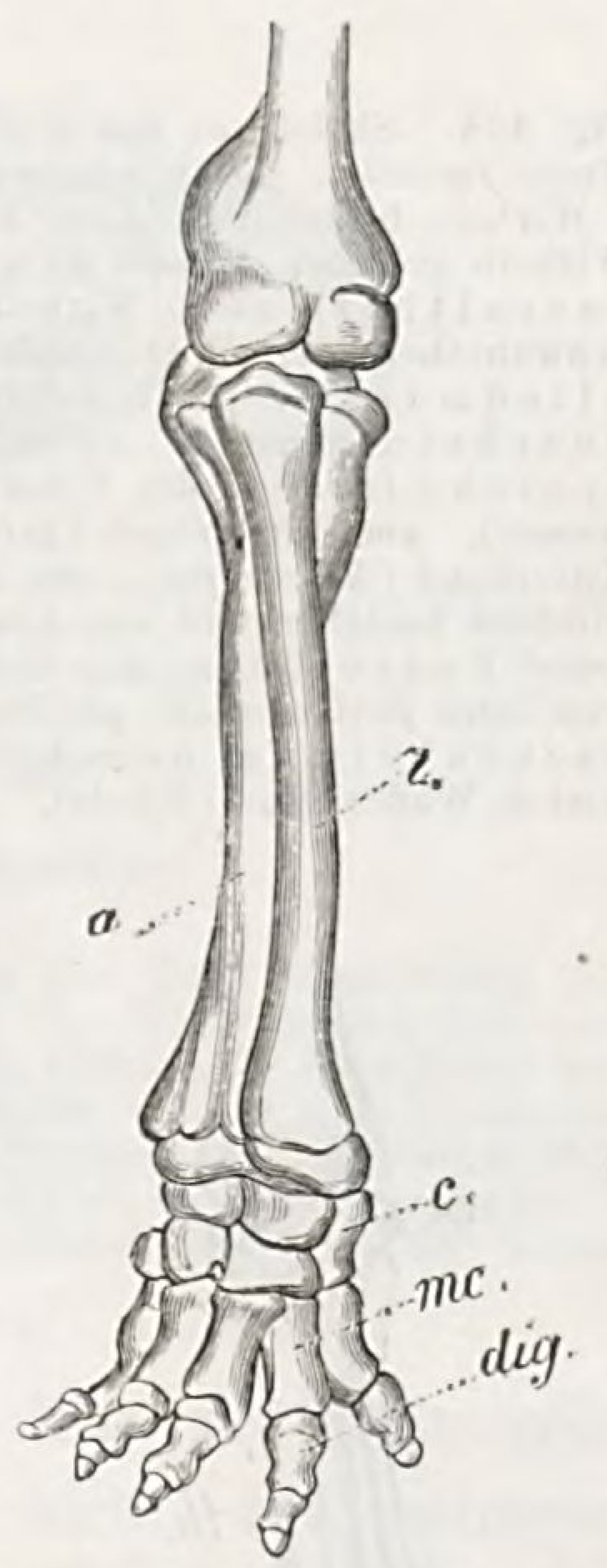


Fig. 423. Unterarm und Handskelet vom Elephanten. *r* Radius. *u* Ulna. *c* Carpus. *mc* Metacarpus. *dig* Digiti.

Wo die beiden Unterarmknochen verwachsen sind, wie dies bei den Wiederkäuern (Bos [Fig. 424] Cervus, Ovis, Camelus), Einhufern (Fig. 420), Chiropteren (Fig. 403), manchen Nagern (Haase, Hamster) der Fall ist, da pflegt die Ulna auch der Art zu verkümmern, dass nur ihr brachiales Ende noch übrig ist, der Radius sich dann fast ganz der Verbindung mit dem Oberarme bemächtigt und die Hand trägt.

Der Unterschenkel ist im Allgemeinen darauf berechnet, eine starke tragende Stütze abzugeben. Daher stimmt er mehr mit dem Unterarm derjenigen Thiere überein, bei denen dieser, unter Anschluss der Drehbewegungen, auch nur eine tragende Stütze abgibt. Dem Radius entsprechend, trägt daher das Schienbein (*Tibia*) sowohl den Oberschenkel, als auch, wenn schon nicht allein, so doch hauptsächlich, den Fuss, — und

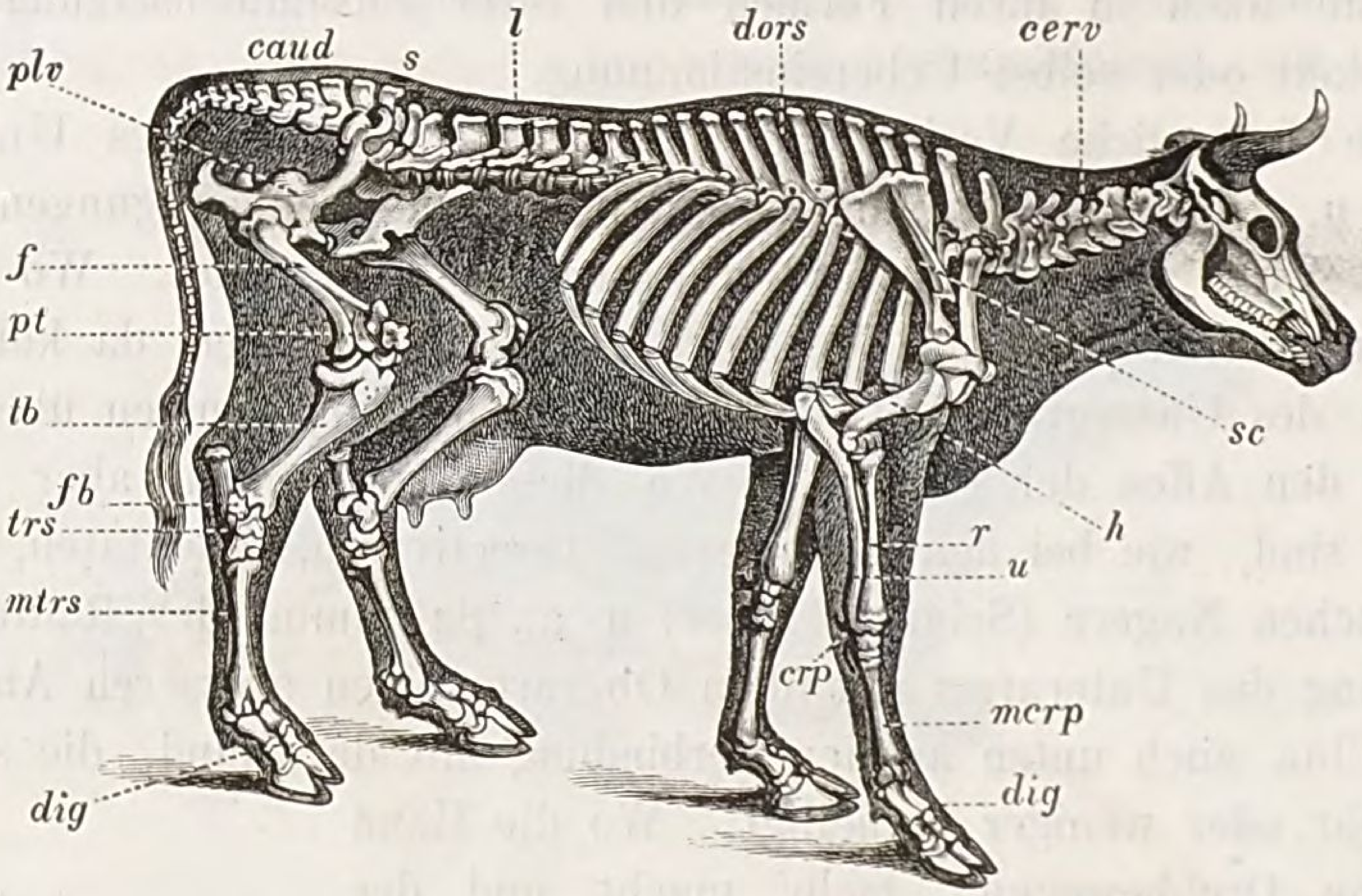


Fig. 424. Skelet von der Kuh (*Bos taurus*). Kopf. *cr* Hirntheil oder Schädel (*Cranium*). *fc* Antlitztheil (*Pars facialis*). Rumpf. *cerv* Halstheil der Wirbelsäule (*Pars cervicalis columnae vertebralis*), aus 7 Wirbeln bestehend. *dors* Rücken- oder Brusttheil (*Pars dorsalis s. thoracica*), gewöhnlich von 14 Wirbeln gebildet. Lendentheil (*Pars lumbalis*), in der Regel 5 Wirbel enthaltend. *s* Becken- oder Sacraltheil, aus 5 Wirbeln bestehend, wovon die 2 ersten das Becken (d. i. die Darmbeine) tragen. *caud* Schwanztheil der Wirbelsäule. *c* Rippen (*Costae*). *crt* Rippenknorpel (*Cartilagines costales*). Vordere Gliedmassen (*Extremitates anteriores*). *sc* Schulterblatt (*Scapula*). *h* Oberarmbein (*Os humeri*), auch Querbein genannt. *ah* Schultergelenk (*Articulatio humeri*), gewöhnlich Buggelenk genannt. *r* Die Speiche (*Radius*) des Unterarms. *u* Das Ellenbogenbein (*Ulna*) desselben. *ol* Ellenbogenhöcker (*Olecranon*). *am* Handgelenk (*Articulatio manus*), das sog. Vorderknie. *crp* Handwurzel (*Carpus*). *mcrp* Mittelhand (*Metacarpus*), aus 2 verwachsenen Mittelhandknochen bestehend. *dig* Zwei Finger, welche aus drei Gliedern bestehen und von dem gemeinsamen Mittelhandknochen getragen werden. Das erste Glied jedes Fingers heisst Fesselbein, das zweite Kronbein und das dritte Hufbein. Hintere Gliedmassen (*Extremitates posteriores*). *plv* Das Becken (*Pelvis*), der Träger derselben. *f* Oberschenkelbein (*Os femoris*) oder Backenbein. *pt* Kniescheibe (*Patella*). *tb* Grosses Unterschenkelbein (*Tibia*). *fb* Ueberrest des verkümmerten Wadenbeins (*Fibula*). *cal* Forse oder das sog. Hinterknie. *trs* Fusswurzel (*Tarsus*). *mtrs* Mittelfuss. *dig* Doppelzehe, wie an der Hand sich vorhaltend.

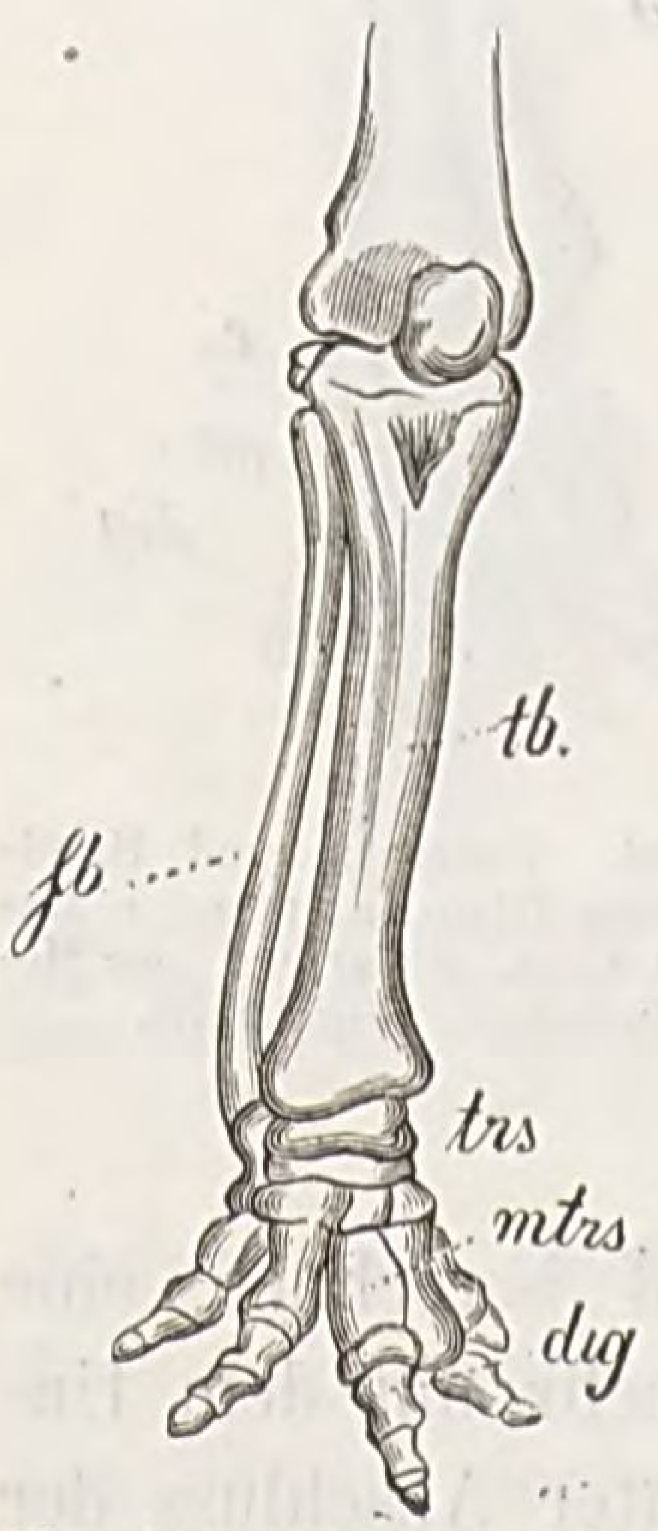


Fig. 425. Unterschenkel und Fussskelet vom Elephant. *tb* Tibia. *fb* Fibula. *trs* Tarsus. *mtrs* Metatarsus. *dig* Digiti.

gleich dem verkümmerten Ellenbogenbein ist das Wadenbein ein nur untergeordneter Knochen des Unterschenkels (Fig. 425), der selbst auch mit der Tibia bei manchen verwächst (Cricetus u. a.), oder an einem Ende, wie bei Einhufern, Wiederkäuern, Chiropteren, sogar defect wird. Bei den ersteren ist nur das obere Ende, s. g. Griffelbein (420 *fb*), bei den beiden letzteren nur das untere Ende vorhanden. Bei den Wiederkäuern ist nur der, den äusseren Knöchel sonst bildende Theil der Fibula noch übrig (424 *fb*), der, wie ein Tarsalknochen, unter die Tibia sich lagert und mit dem Talus sowohl als auch mit dem Calcaneum articulirt. Es könnte dem Mitgetheilten zu Folge nicht sehr befremden, wenn bei einzelnen Säugethieren dieser Rest der Fibula auch noch schwände. Doch kommt meines Wissens dieser Fall in Wirklichkeit nicht vor.

Wie nach der einen Seite hin sich hinsichtlich der Fibula ein gewisser Grad der Verkümmerung bemächtigt, so dass der Unterschenkel fast allein von der Fibia gebildet wird, — so findet man sie bei manchen Thieren aber auch stärker als gewöhnlich entwickelt und nicht bloss, mehr als sonst, Antheil nehmen an der Verbindung mit dem Tarsus, sondern auch Theil nehmen an der Verbindung mit dem Oberschenkel. Bei dem Schuppenthier, Faulthier (Fig. 426) und Ameisenfresser nimmt die Fibula einen grösseren

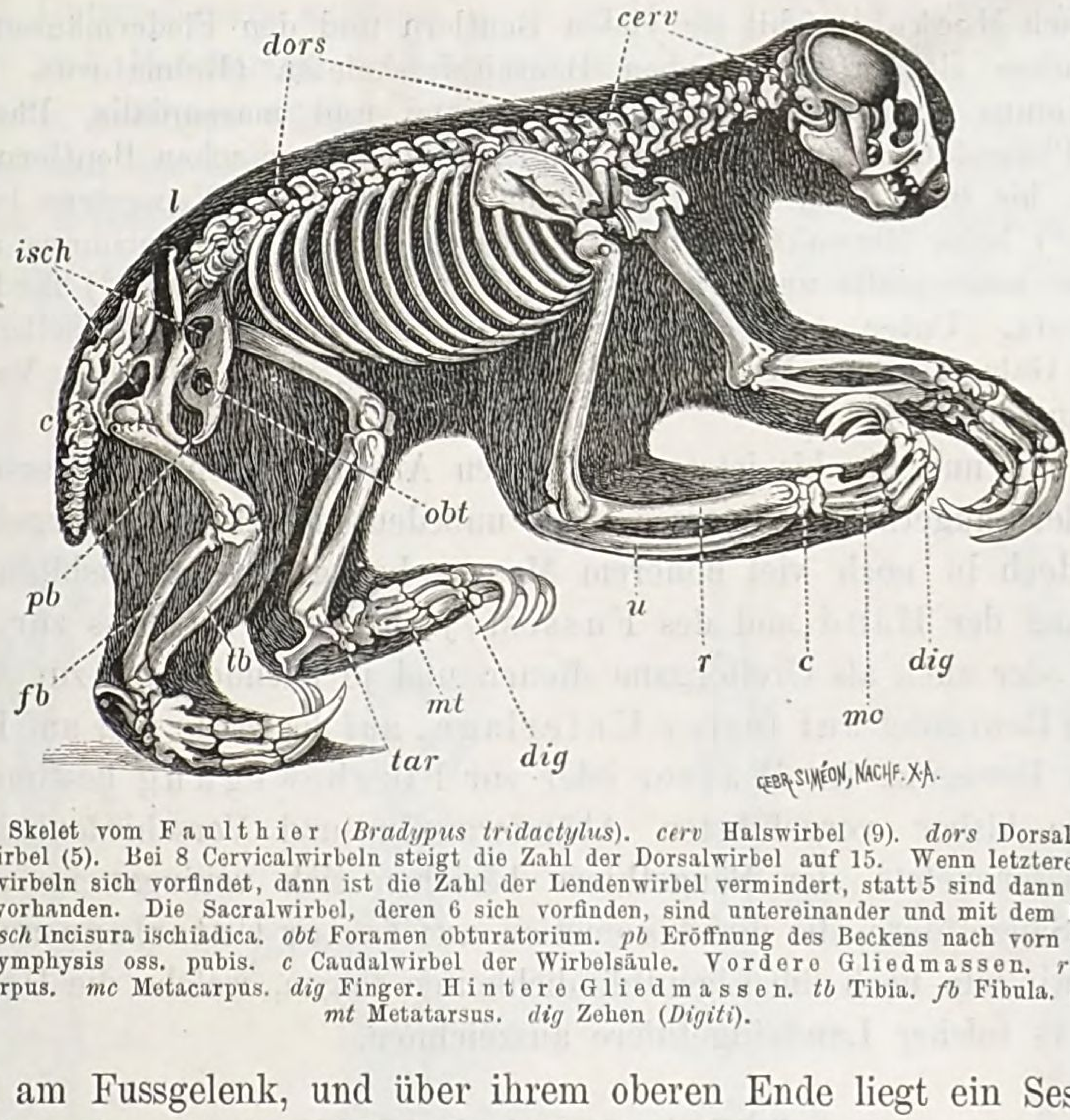


Fig. 426. Skelet vom Faulthier (*Bradypus tridactylus*). *cerv* Halswirbel (9). *dors* Dorsalwirbel (14). *l* Lumbalwirbel (5). Bei 8 Cervicalwirbeln steigt die Zahl der Dorsalwirbel auf 15. Wenn letztere Zahl auch bei 9 Halswirbeln sich vorfindet, dann ist die Zahl der Lendenwirbel vermindert, statt 5 sind dann nur 4 Lendenwirbel vorhanden. Die Sacralwirbel, deren 6 sich vorfinden, sind untereinander und mit dem Becken verwachsen. *isch* Incisura ischiadica. *obt* Foramen obturatorium. *pb* Eröffnung des Beckens nach vorn durch Wegfall der Symphysis oss. pubis. *c* Caudalwirbel der Wirbelsäule. Vordere Gliedmassen. *r* Radius. *u* Ulna. *c* Carpus. *mc* Metacarpus. *dig* Finger. Hintere Gliedmassen. *tb* Tibia. *fb* Fibula. *tar* Tarsus. *mt* Metatarsus. *dig* Zehen (*Digiti*).

Antheil am Fussgelenk, und über ihrem oberen Ende liegt ein Sesambein, durch das sie mit dem Oberschenkelbein verbunden wird. Bei mehreren Beutlern, besonders bei Didelphys, Phalangista, beim Wombat bildet das femorale Ende der Fibula einen mehr oder weniger nach oben gerichteten, olecranonähnlichen Vorsprung zum Angriff der Muskeln, wodurch sie mit dem Oberschenkel in unmittelbare Verbindung tritt. Beim Wombat trägt derselbe noch ein Sesambein — gleichsam eine Patella lateralis — das gleichfalls mit dem Os femoris articulirt. Bei den Monotremen (Fig. 421 *fb*) endlich (Schnabelthier, Ameisenigel) gewinnt die Fibula eine solche Stärke, der Fortsatz ihres oberen Endes eine solche Form und Ausbildung, dass die Aehnlichkeit mit der Ulna dieser Thiere eine sehr auffallende wird. Wenn es noch nöthig wäre, zu beweisen, dass die Tibia

dem Radius und die Fibula der Ulna entspreche, die Form, welche sie hier hat, könnte einen solchen Beweis mitliefern.

Die Kniescheibe (Patella) ist, gleich einem Sesambein, in die Sehne des gemeinsamen Unterschenkelstreckers eingelegt, und wenn sie auch ganz allgemein bei den Säugethieren vorkömmt, so ist sie dennoch kein typischer Knochen des Unterschenkels. Daher es auch nicht auffällig ist, wenn manchen Säugethieren, wie Beutlern und vielen Chiropteren, sie wirklich fehlt.

Nach Meckel[1]) fehlt sie vielen Beutlern und den Fledermäusen. Auch ich vermisse sie an sämmtlichen Beutelthierskeleten (Halmaturus, Caniger, Hypsiprimnus cuniculus, Didelphis virginiana und marsupialis, Phalangista Cockii, Phascolomys) unserer Sammlung. Allein bei manchen Beutlern scheint sie doch hie und da wieder vorkommen zu können. Wenigstens bildet sie d'Alton[2]) beim Riesenkänguruh, Halmaturus elegans, Hypsiprimnus marinus, Didelphis marsupialis und Cayopollin ab. Auch R. Wagner[3]) fand sie bei Phalangista. Unter den Chiropteren findet sie sich nach demselben Autor auch bei Galeopithecus, Molossus, Phyllostoma (Fig. 403), Noctilio, Vespertilio und Rhinolophus vor.

Wenn nun die bis jetzt angeführten Abänderungen und Verschiedenheiten der Säugethiergliedmassen nicht unbedeutend waren, so ergeben sich solche doch in noch viel höherem Maasse bezüglich der Ausbildung und Gestaltung der Hand und des Fusses, je nachdem sie bloss zur Ortsbewegung oder auch als Greiforgane dienen und je nachdem sie zur Vermittlung der Bewegung auf fester Unterlage, auf der Erde und auf Bäumen, oder zur Bewegung im Wasser oder zur Flugbewegung bestimmt sind.

Die bisher vorgeführten Abänderungen und Verschiedenheiten des Gliedmassenskelets der Säugethiere beziehen sich vorzugsweise auf diejenigen Säugethiere, die ihre Locomotion auf fester Unterlage ausführen. Lassen wir nun noch die Eigenthümlichkeiten folgen, welche die Hand und den Fuss solcher Landsäugethiere auszeichnen.

$\gamma\gamma$) Hand und Fuss der Landsäugethiere.

Während beim Menschen nur der Fuss zur Ortsbewegung dient, die Hand dagegen ausschliesslich Greifwerkzeug ist, sind bei den Säugethieren beide im Dienst der Locomotion. Daher auch die Hand der Landsäugethiere dem Fuss viel ähnlicher gestaltet sich zeigt, als beim Menschen. Nur wo sie auch Greiffunktion übt, wird sie mit der des letzteren wieder übereinstimmender. Aber auch der Fuss kann handähnlicher werden, wo er gleichfalls Greiforgan sein soll.

1) System der vergleichenden Anatomie. II. 2. S. 451.
2) Skelete der Beutelthiere (Tafel).
3) Lehrbuch der vergleichenden Anatomie. Leipzig 1834—1835. S. 548.

Der Hand und dem Fusse der Säugethiere liegen dieselben Glieder zu Grunde, welche auch die Hand und den Fuss des Menschen bilden. Diese erfahren allerdings mancherlei Reductionen, doch niemals eine Vermehrung. Die Reductionen können sehr weit gehen, so dass ganze Finger und ganze Zehen in Wegfall kommen, bis schliesslich nur noch ein Finger und eine Zehe übrig ist. Aber niemals kommt es zum Wegfall aller Finger und Zehen. Auch kommt nicht der Fall vor, dass der ganze Carpus und Tarsus ausfiele und die Mittelhand und der Mittelfuss unmittelbar auf Unterarm und Unterschenkel aufsässe; auch nicht der Fall, dass der ganze Metacarpus und Metatarsus ausfiele und die Finger und Zehen vom Carpus und Tarsus getragen würden. Immerhin sind die Modificationen, welche die Form und der Bau der Hand und des Fusses erleiden, noch sehr zahlreich und mannigfaltig. Besonders gross sind die Verschiedenheiten hinsichtlich der Zahl der Finger und Zehen. Es können, wie beim Menschen, 5 Finger und 5 Zehen vorhanden sein (Fig. 427 A. B.); es kann

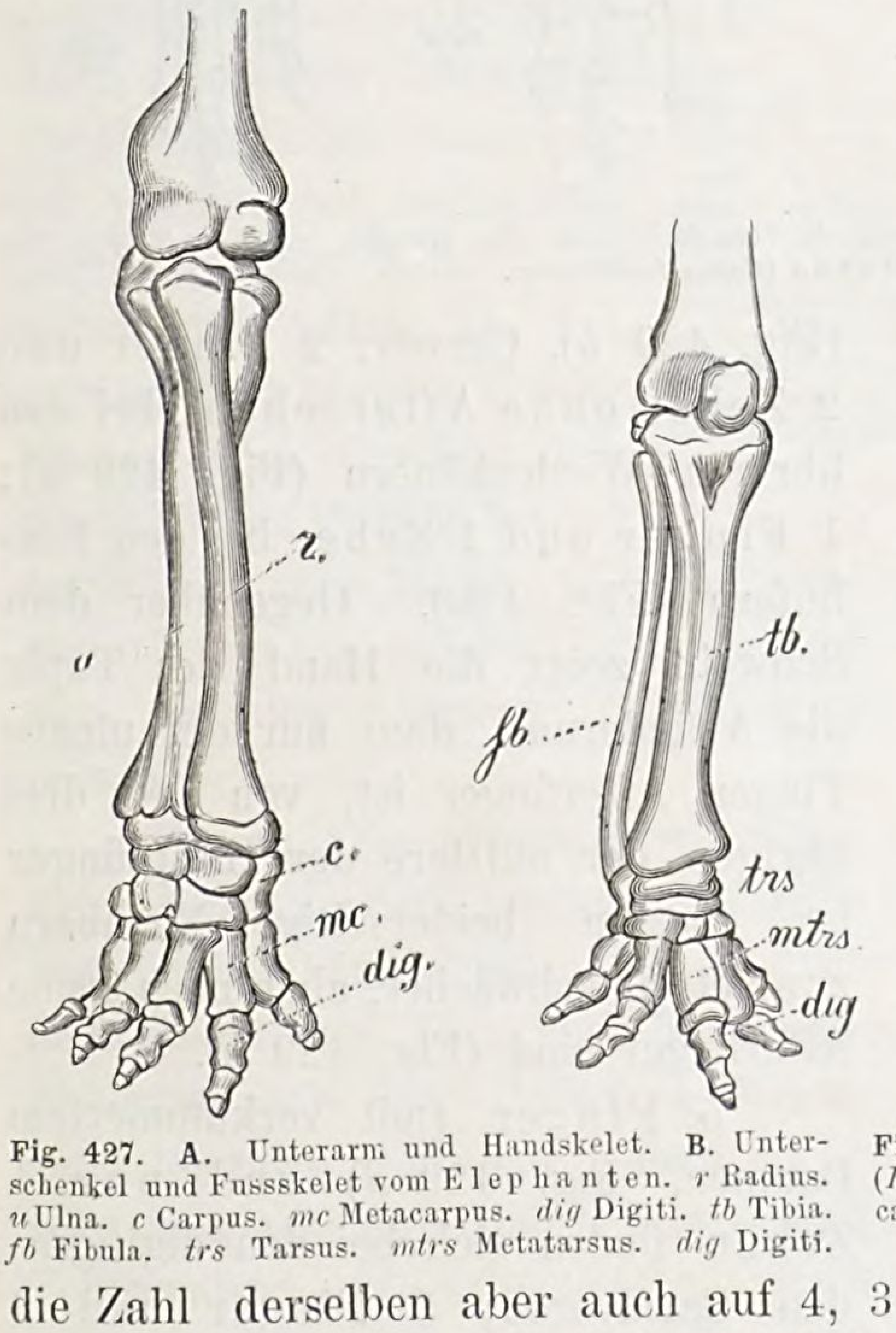


Fig. 427. A. Unterarm und Handskelet. B. Unterschenkel und Fussskelet vom Elephanten. *r* Radius. *u* Ulna. *c* Carpus. *mc* Metacarpus. *dig* Digiti. *tb* Tibia. *fb* Fibula. *trs* Tarsus. *mtrs* Metatarsus. *dig* Digiti.

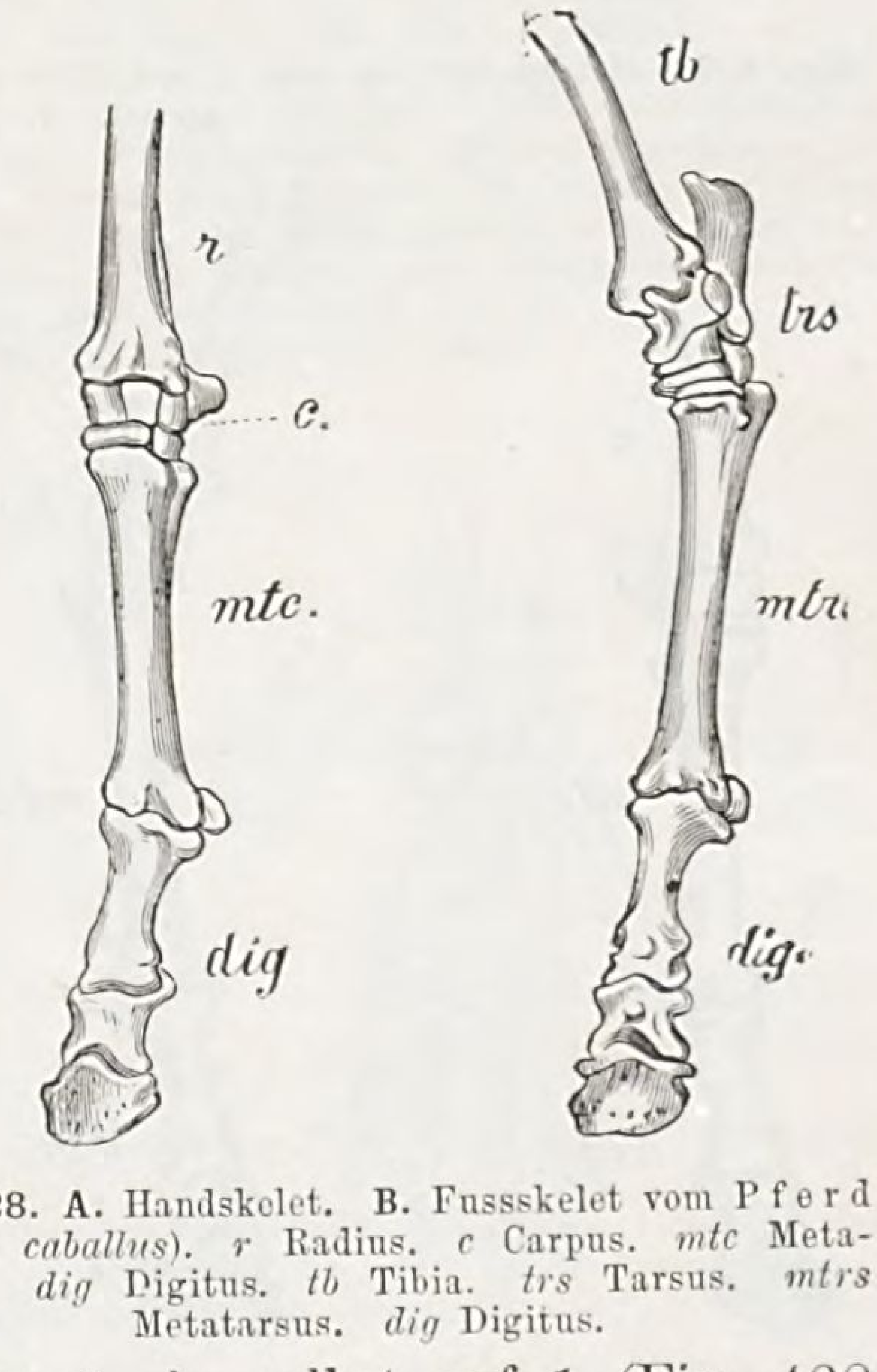


Fig. 428. A. Handskelet. B. Fussskelet vom Pferd (*Equus caballus*). *r* Radius. *c* Carpus. *mtc* Metacarpus. *dig* Digitus. *tb* Tibia. *trs* Tarsus. *mtrs* Metatarsus. *dig* Digitus.

die Zahl derselben aber auch auf 4, 3 oder 2, ja selbst auf 1 (Fig. 428 A. B.) reducirt sein. Auch kann die Zahl der Finger und Zehen desselben Thieres verschieden sein, indem bei der Anwesenheit von 5 Fingern der Fuss nur 4, 3 oder selbst nur 1 Zehe (mit einigen Afterzehen) hat; oder die Zahl der Zehen bleibt grösser als die der Finger, indem auf 5 Zehen nur 4 Finger kommen.

5 Finger und 5 Zehen finden sich bei den Affen, Nagern, plantigraden Carnivoren, Elephanten, Beutlern; 4 Finger und 4 Zehen: beim Nilpferd; 3 Finger und 3 Zehen: beim Nashorn, Bradypus tridactylus (Fig. 433); 2 Finger und zwei Zehen, mit 2 Afterfingern und Afterzehen, die beiderseits der beiden Hauptzehen stehen: beim Schwein

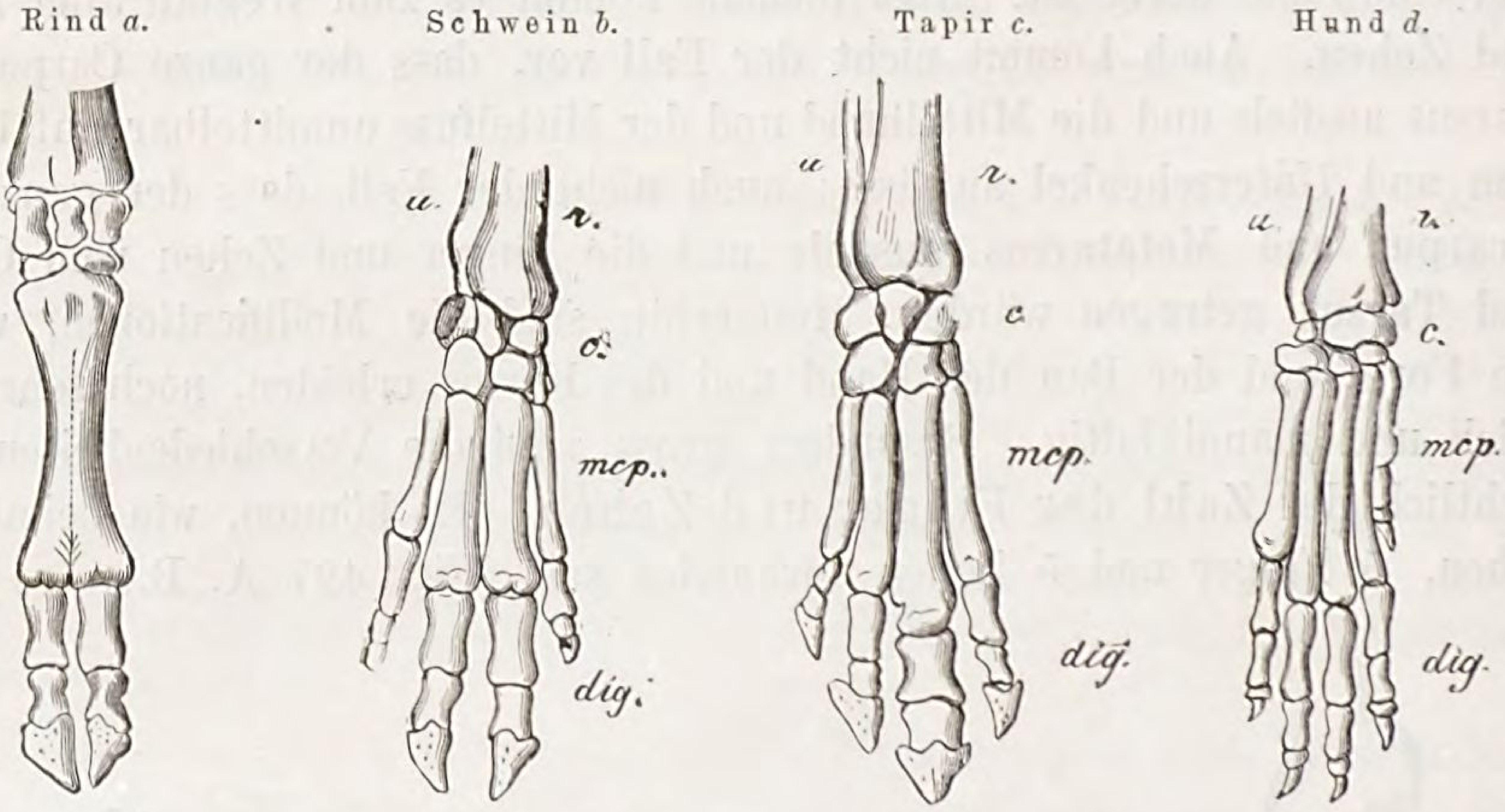


Fig. 429. Handskelet. *a.* vom Rind (*Bos taurus*). *b.* Vom Schwein (*Sus scrofa*). *c.* Vom Tapir (*Tapirus*). *d.* Vom Hunde (*Canis familiaris*).

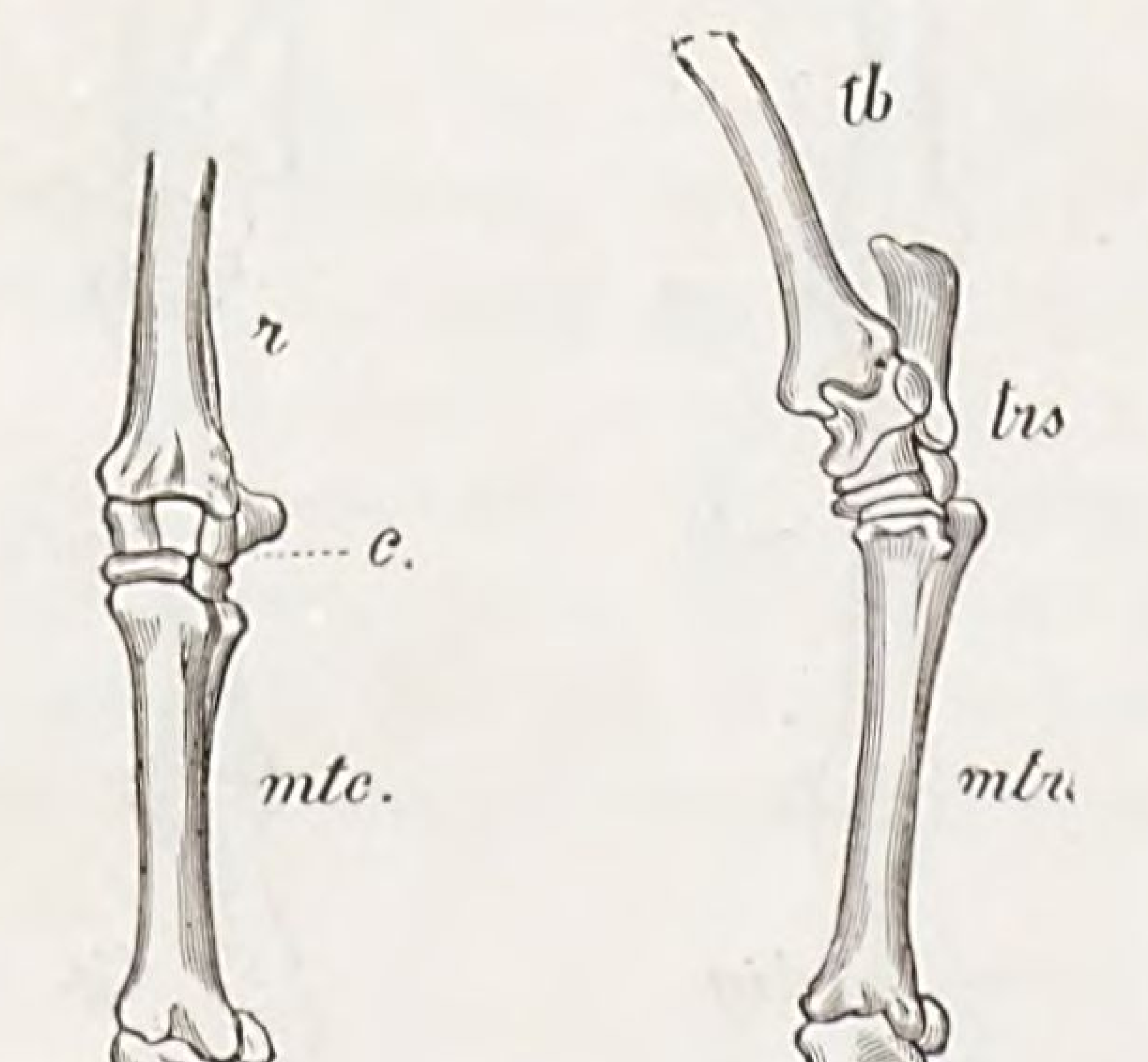


Fig. 430. A. Handskelet. B. Fussskelet vom Pferd (*Equus caballus*). *r* Radius. *c* Carpus. *mtc* Metacarpus. *dig* Digitus. *tb* Tibia. *trs* Tarsus. *mtrs* Metatarsus. *dig* Digitus.

(Fig. 429 *b*), Cervus; 2 Finger und 2 Zehen ohne Afterzehen: bei den übrigen Wiederkäuern (Fig. 429 *a*); 1 Finger und 1 Zehe: bei den Einhufern (Fig. 430). Gegenüber dem Schwein zeigt die Hand des Tapir die Abänderung, dass nur der ulnare Finger Afterfinger ist, von den drei übrigen der mittlere der Hauptfinger ist, dessen beiderseitige Nachbarn zwar etwas schwächer, aber noch keine Afterfinger sind (Fig. 429 *c*).

5 Finger (mit verkümmertem Daumen, Fig. 429 *d*) und nur 4 Zehen finden sich bei den digitigraden Carnivoren; 5 Finger und 3 Zehen, von welchen die mittlere Zehe die stärkste ist, die beiden äussern schwächer und die beiden innern zu Afterzehen verkümmert sind: beim Känguruh; 5 Finger und 3 Zehen, die von einem gemeinsamen Os metatarsi getragen sind: bei Dipus bipes (Fig. 431).

4 Finger und 5 Zehen: bei einigen Nagern (Cricetus, Mus, Lemmus u. a.); 2 Finger und 5 Zehen (mit verkümmerter grosser Zehe): Myrmecophaga didactyla; 2 Finger und 3 Zehen: beim zweizehigen Faulthier.

Wo die Gliedmassen, wie die Arme des Menschen, auch als Greiforgane fungiren sollen, ist die Hand dann der menschlichen (Fig. 432) ähnlich gebildet, mit gegenstellbarem Daumen. Auch der Fuss kann für die Greiffunktion eingerichtet werden mit gegenstellbarer grosser Zehe. So haben die Affen an den vordern und hintern Gliedmassen zum Greifen dienende Hände. Manche Nager haben nur vorn Hände mit rudimentärem Daumen, und Phalangista hat nur an den hintern Gliedmassen Hände.

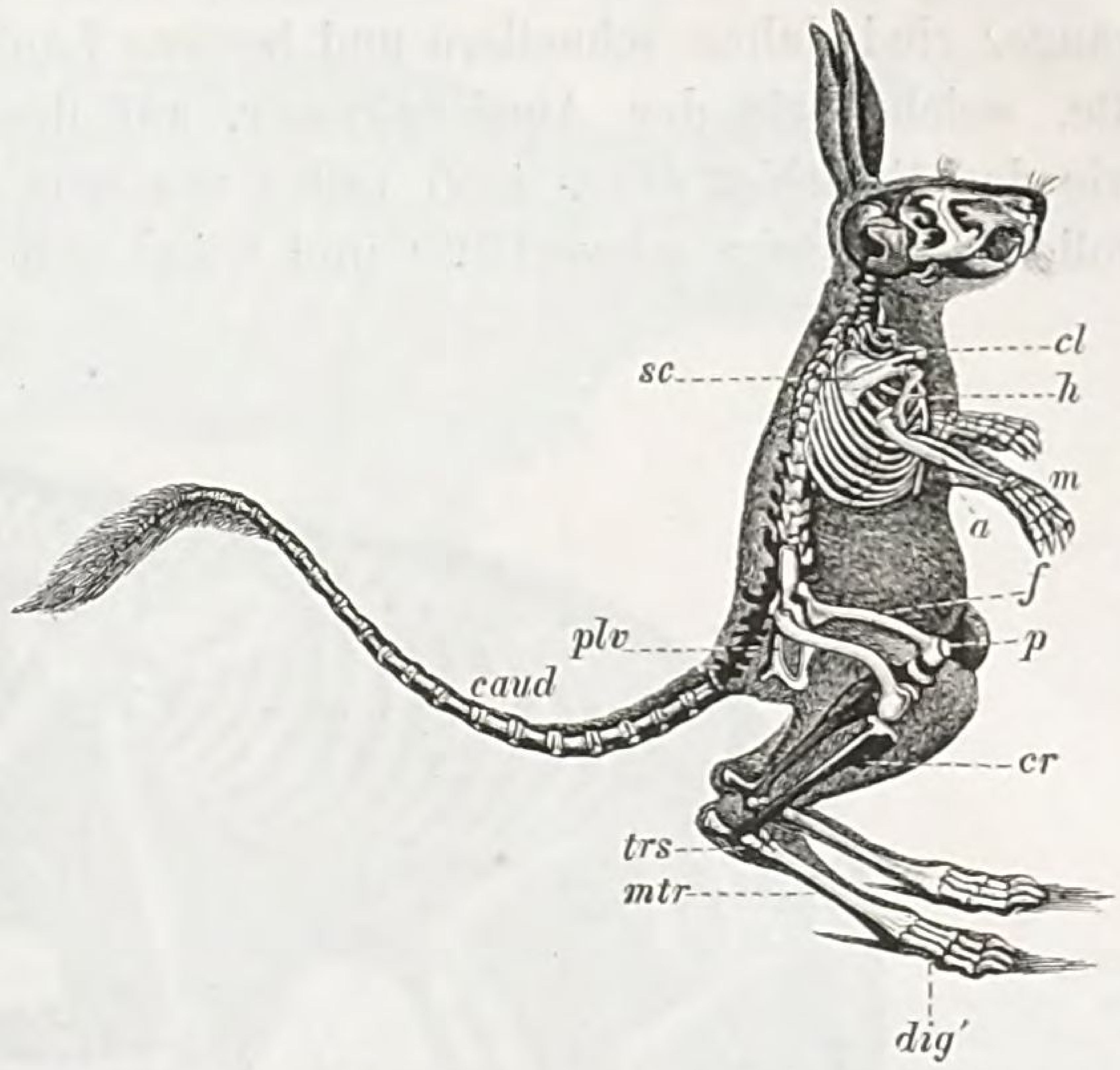


Fig. 431. Skelet von dem ägyptischen Gerboa oder Springer (*Dipus bipes*), nach Pander u. D'Alton. *cl* Schlüsselbein (*Cavicula*). *sc* Schulterblatt (*Scapula*). *h* Oberarm (*Humerus*). *a* Unterarm (*Antibrachium*), aus Radius und Ulna bestehend. *m* Die Hand (*Manus*), aus Carpus, Metacarpus und 5 Fingern gebildet. *plv* Becken (*Pelvis*). *caud* Schwanz (*Cauda*), sehr stark entwickelt, weil er bei der Ortsbewegung die hinteren Gliedmassen zu unterstützen hat. *f* Oberschenkel (*Femur*). *p* Patella. *cr* Unterschenkel (*Crus*), aus Tibia und Fibula, welche miteinander verwachsen sind, bestehend. *trs* Tarsus. *mtr* Metatarsus, nur aus einem gemeinsamen Knochen bestehend, der an seinem digitilen Ende drei Zehen (*dig'*) trägt.

Grosse Verschiedenheiten zeigen die Gliedmassen der Landsäugethiere bezüglich der Ausdehnung, mit welcher die Hände und Füsse bei der Ortsbewegung mit dem Boden in Berührung kommen. Manche gehen mehr oder weniger auf den Finger- und Zehenspitzen (*Digitigraden*), andere treten mit der ganzen Vola und Planta (*Plantigraden*), und wieder andere, z. B. Myrmecophoga, treten selbst mit dem Ulnarrande der Hand und mit dem fibularen Rand des Fusses auf. Dass all' dieses auf die Leichtigkeit oder Schwerfälligkeit der Orts-

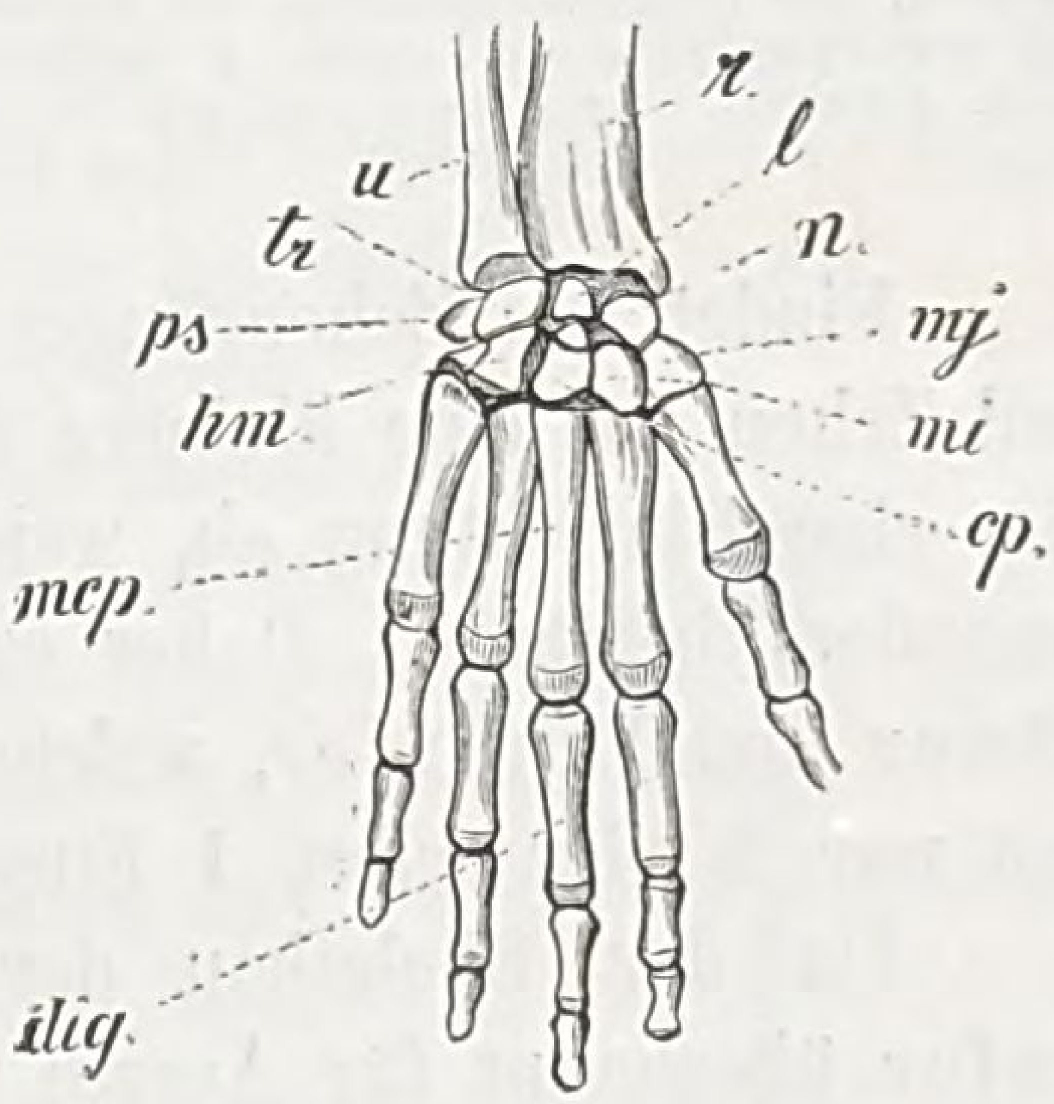


Fig. 432. Hand des Menschen. *r* Radius. *u* Ulna. *n* Naviculare des Carpus. *l* Lunatum desselben. *tr* Triquetrum. *ps* Pisiforme. *mj* Multangulum majus. *mi* Multangulum minus. *cp* Capitatum. *hm* Hamatum. *mcp* Metacarpus. *dig* Digiti.

bewegung grossen Einfluss üben muss, leuchtet von selbst ein. Die Zehengänger sind daher schnellere und bessere Läufer als die Sohlengänger, und die, welche wie der Ameisenfresser, auf dem Hand- und Fussrande, oder wie das Faulthier (Fig. 433) selbst mit dem Unterarme auftreten, können vollends nur sehr schwerfällig und träge sich fortbewegen.

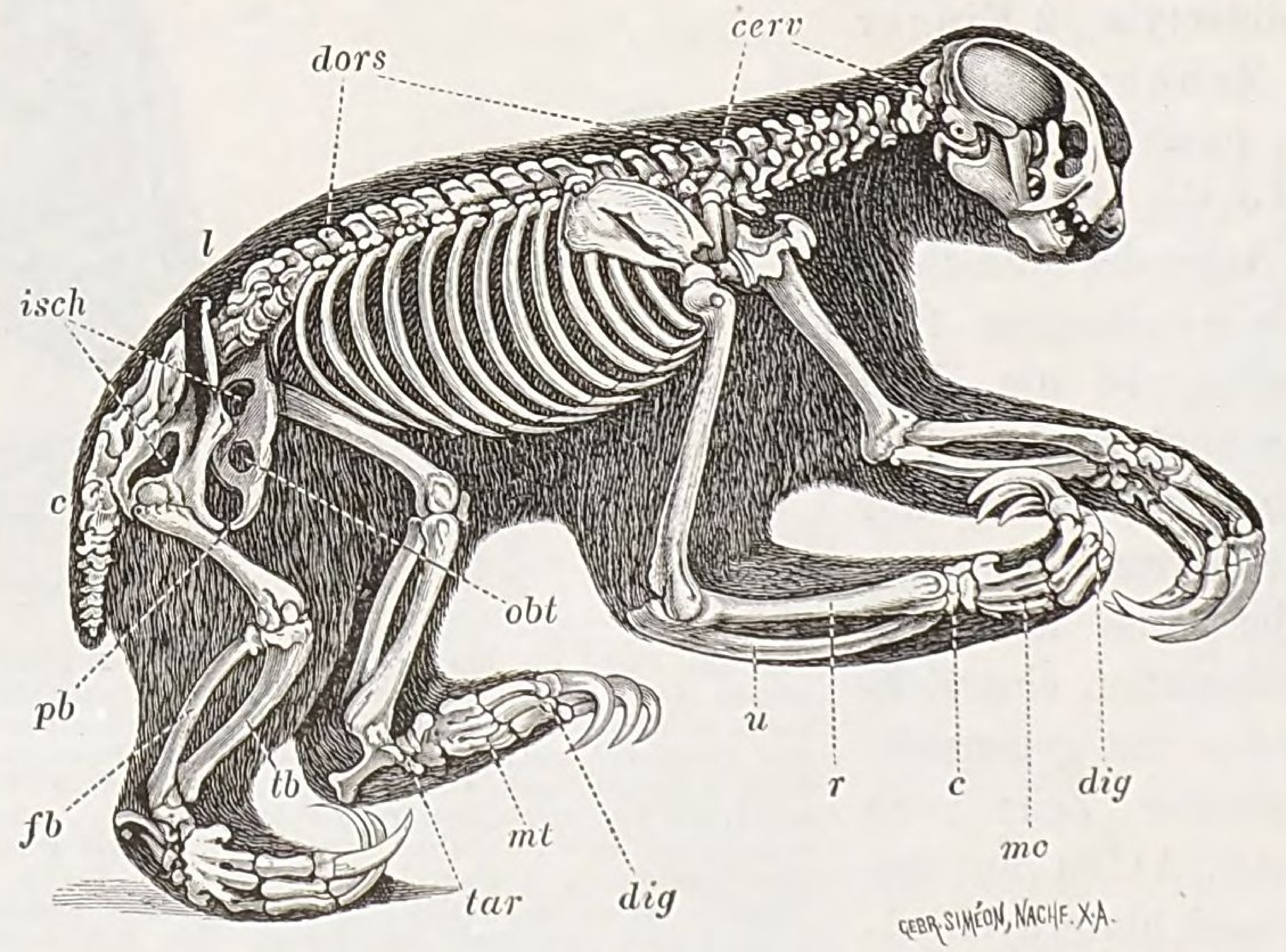


Fig. 433. Skelet vom Faulthier (*Bradypus tridactylus*). *cerv* Halswirbel (9). *dors* Dorsalwirbel (14). *l* Lumbalwirbel (5). Bei 8 Cervicalwirbeln steigt die Zahl der Dorsalwirbel auf 15. Wenn letztere Zahl auch bei 9 Halswirbeln sich vorfindet, dann ist die Zahl der Lendenwirbel vermindert, statt 5 sind dann nur 4 Lendenwirbel vorhanden. Die Sacralwirbel, deren 6 sich vorfinden, sind untereinander und mit dem Becken verwachsen. *isch* Incisura ischiadica. *obt* Foramen obturatorium. *pb* Eröffnung des Beckens nach vorn durch Wegfall der Symphysis oss. pubis. *c* Caudalwirbel der Wirbelsäule. Vordere Gliedmassen. *r* Radius. *u* Ulna. *c* Carpus. *mc* Metacarpus. *dig* Finger. Hintere Gliedmassen. *tb* Tibia. *fb* Fibula. *tar* Tarsus. *mt* Metatarsus. *dig* Zehen (*Digiti*).

Findet bei Zehengängern nun auch noch eine Reduction der Finger und Zehen auf eine kleinere Zahl, auf etwa 3, 2, oder gar 1 statt, so gibt dies eine Einrichtung ab, welche die Thiere zu sehr schnellem Laufe ganz besonders befähigt. Daher es auch begreiflich wird, warum die Wiederkäuer und Einhufer, welche so vorzügliche Läufer sind, auf den Spitzen von nur 2 oder selbst 1 Finger und 1 Zehe gehen.

Da der Skeletbau der Gliedmassen der Wiederkäuer und Einhufer überhaupt für Aerzte und Thierärzte ein grösseres Interesse haben dürfte, so folgen hier noch einige genauere Mittheilungen über dieselben.

Da die Gliedmassen der Wiederkäuer und Einhufer einander sehr ähnlich sind, so werden wir die der Wiederkäuer (Fig. 434) in's Auge fassen und nur die Abweichungen anführen, welche bei den Einhufern vorkommen.

Das Oberarmbein (*h*) der vorderen Gliedmassen zeichnet sich

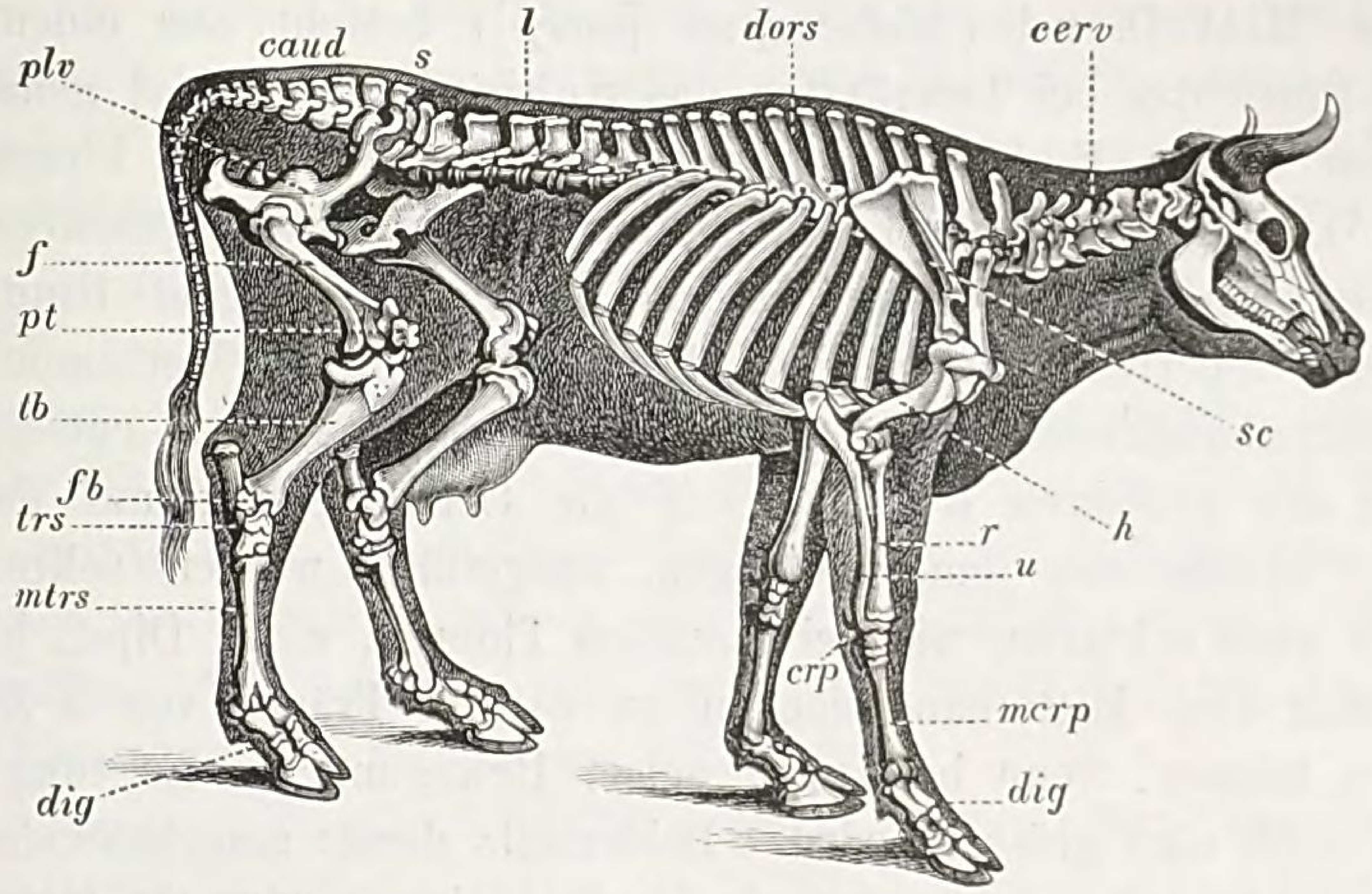


Fig. 434. Skelet von der Kuh (*Bos taurus*). Kopf. *cr* Hirntheil oder Schädel (*Cranium*). *fc* Antlitztheil (*Pars facialis*). Rumpf. *cerv* Halstheil der Wirbelsäule (*Pars cervicalis columnae vertebralis*), aus 7 Wirbeln bestehend. *dors* Rücken- oder Brusttheil (*Pars dorsalis s. thoracica*), gewöhnlich von 14 Wirbeln gebildet. Lendentheil (*Pars lumbalis*), in der Regel 5 Wirbel enthaltend. *s* Becken- oder Sacraltheil, aus 5 Wirbeln bestehend, wovon die 2 ersten das Becken (d. i. die Darmbeine) tragen. *caud* Schwanztheil der Wirbelsäule. *c* Rippen (*Costae*). *crt* Rippenknorpel (*Cartilagines costales*). Vordere Gliedmassen (*Extremitates anteriores*). *sc* Schulterblatt (*Scapula*). *h* Oberarmbein (*Os humeri*), auch Querbein genannt. *ah* Schultergelenk (*Articulatio humeri*), gewöhnlich Buggelenk genannt. *r* Die Speiche (*Radius*) des Unterarms. *u* Das Ellenbogenbein (*Ulna*) desselben. *ol* Ellenbogenhöcker (*Olecranon*). *am* Handgelenk (*Articulatio manus*), das sog. Vorderknie. *crp* Handwurzel (*Carpus*). *mcrp* Mittelhand (*Metacarpus*), aus 2 verwachsenen Mittelhandknochen bestehend. *dig* Zwei Finger, welche aus drei Gliedern bestehen und von dem gemeinsamen Mittelhandknochen getragen werden. Das erste Glied jedes Fingers heisst Fesselbein, das zweite Kronbein und das dritte Hufbein. Hintere Gliedmassen (*Extremitates posteriores*). *plv* Das Becken (*Pelvis*), der Träger derselben. *f* Oberschenkelbein (*Os femoris*) oder Backenbein. *pt* Kniescheibe (*Patella*). *tb* Grosses Unterschenkelbein (*Tibia*). *fb* Ueberrest des verkümmerten Wadenbeins (*Fibula*). *cal* Ferse oder das sog. Hinterknie. *trs* Fusswurzel (*Tarsus*). *mtrs* Mittelfuss. *dig* Doppelzehe, wie an der Hand sich vorhaltend.

durch Kürze, Stärke und fast horizontale Stellung aus, daher die Thierärzte es als Querbein bezeichneten. Am Unterarm ist die Ulna (*u*) verkümmert und ihr oberes Ende mit dem Radius (*r*) verwachsen. In thierärztlicher Sprache heisst sie die Keule und der Radius der Kegel.

Die Handwurzel (*Carpus*, Fig. 435) wird von 6 Knochen gebildet, wovon 4 in einer oberen Reihe und 2 in einer unteren Reihe liegen. Die 4 Knochen der ersten Reihe sind 1) das Os naviculare, 2) das Os lunatum, 3) Os triquetrum, 4) Os pisiforme. Die zwei der zweiten Reihe sind 1) das Os capitatum und Os hamatum. Das Handgelenk (*am*) d. h. die Verbindung des Carpus mit dem Unterarm wird in thierärztlichen Kreisen Kniegelenk oder Vorderknie genannt, eine Bezeichnung, die, wie die meisten übrigen bei Thierärzten zum Theil noch gebräuchlichen, aus einer Zeit stammen, wo die Anatomie der Thiere, wie sie den Thierärzten gelehrt wurde, nichts weniger als auf Wissenschaftlichkeit Anspruch machen konnte.

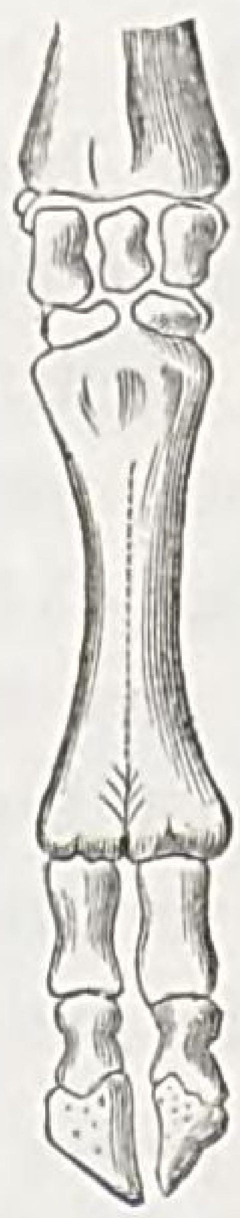


Fig. 435.

Die Mittelhand (*Metacarpus* [*mcrp*]) besteht aus einem Hauptknochen (unrichtig bei Thierärzten das Schienbein [*Tibia*] genannt), der an seinem untern Ende 2 Gelenkrollen besitzt, welche 2 Finger tragen (Fig. 435). Er ist aus der Verschmelzung von zwei Metacarpalknochen hervorgegangen, daher er auf seinem Rücken noch eine Rinne besitzt, welche ein Ueberrest der früheren Trennung ist. Die Verschmelzung der beiden Mittelhandknochen zu einem gemeinsamen geschah entschieden im Interesse der grösseren Kraft, womit die Ortsbewegung auf den beiden Fingern, welche von jenen getragen, ausgeführt werden sollte. Daraus lässt sich auch erklären, wie bei manchen Thieren, z. B. Dipus bipes (Fig. 431), selbst drei Mittelhandknochen zu einem Träger von 3 Zehen verschmelzen können, wenn bei sprungweiser Bewegung die Leistung des Mittelfusses noch eine grössere wird. Beiderseits dieses gemeinsamen Hauptmittelhandknochens hängt noch je ein verkümmertes Os metacarpi an, das aber keinen Finger zu tragen pflegt und nach der Form „Griffelbein“ genannt wird.

Jeder der beiden Finger, welche auf dem Mittelhandknochen aufsitzen, besteht aus 3 Gliedern oder Phalangen, wovon

a) die ersten Glieder „Fesselbeine“,
b) die Mittelglieder „Kronbeine“ und
c) die End- oder Nagelglieder „Hufbeine“ heissen.

Auf der hintern Seite des ersten und dritten Fingergelenkes sitzen, kniescheibenähnlich, noch halbmondförmig gestaltete Sesambeine auf, wovon die obern „Gleichbeine“ und die untern „Strahlbeine“ bei den Thierärzten genannt werden.

Bei den Einhufern (Fig. 430) hat das Skelet der vorderen Gliedmasse die gleiche Einrichtung als wie bei den Wiederkäuern. Nur trägt der Hauptmittelhandknochen, der ursprünglich einfach war, statt 2 Zehen nur eine. Daher findet sich an seinem untern Ende nur eine Gelenkrolle und die Rinne auf seiner dorsalen Seite fehlt.

Das Oberschenkelbein (*Os femoris*) der hintern Gliedmassen, von äusserst gedrungener Gestalt, wird von Thierärzten das „Backenbein“ bezeichnet, weil es in der Fleischmasse der Hinterbacken gleichsam vergraben liegt (Fig. 434 *f*). Von den beiden typischen Knochen des Unterschenkels ist nur das Schienbein (*Tibia*) (s. g. „grosses Schenkelbein“) entwickelt, während das Wadenbein (*Fibula*) (s. g. „kleines Schenkelbein“) verkümmert ist. Die Fusswurzel (*Tarsus*) besteht aus 6 Knochen, welche in gleichsam 3 Reihen liegen, nämlich:

a) in erster Reihe: 1) der Astragalus oder Talus (s. g. Rollbein), 2) der Calcaneus (fälschlich s. g. Sprungbein);

b) in zweiter Reihe: 3) das Os naviculare (s. g. grosses Schiffbein);
c) in dritter Reihe: 4) das Os cuneïforme II, welches unrichtig „Pyramidenbein“ oder „Mondbein“ heisst, 5) das Os cuneïforme III; (das s. g. kleine Schiffbein) und 6) das Os cuboïdeum, das Würfelbein. Beim Rinde liegt an der inneren Seite des Fussgelenkes, das man das Hinterknie zu nennen pflegt, zwischen Os naviculare und Os cuneïforme II das s. g. „runde Bein“ (*Os orbiculare*), welches das Os cuneïforme I darstellt. Beim Pferd fehlt indess dieser Knochen.

Der Mittelfuss (*Metatarsus* [*mtrs*]) und die Zehen (*Digiti* [*dig*]) verhalten sich im Ganzen so, wie es oben für die Mittelhand und Finger angegeben wurde. Auch führen die einzelnen Glieder bei den Thierärzten dieselben Bezeichnungen als wie an der Hand.

Bei manchen Wiederkäuern (z. B. bei Cervus) trägt das untere Ende des Hauptmittelfussknochens, ausser den beiden Hauptzehen nach hinten, auch noch zwei Afterzehen, denen am Vorderfusse selbst noch griffelförmige, verkümmerte Metacarpalknochen aufsitzen, die jedoch mit dem Carpus nicht zusammenhängen.

$\delta\delta$) Gliedmassen der Säugethiere, welche oft oder ausschliesslich im Wasser leben.

Viele Säugethiere (wie der Hund u. a.) haben das Vermögen, wenn sie genöthigt werden in's Wasser zu gehen, um z. B. über einen Fluss zu kommen, darin zu schwimmen, ohne besondere Einrichtungen der Gliedmassen zu haben, welche sie von andern nicht in's Wasser gehenden unterschieden. Allein wenn Thiere genöthigt werden, länger im Wasser sich

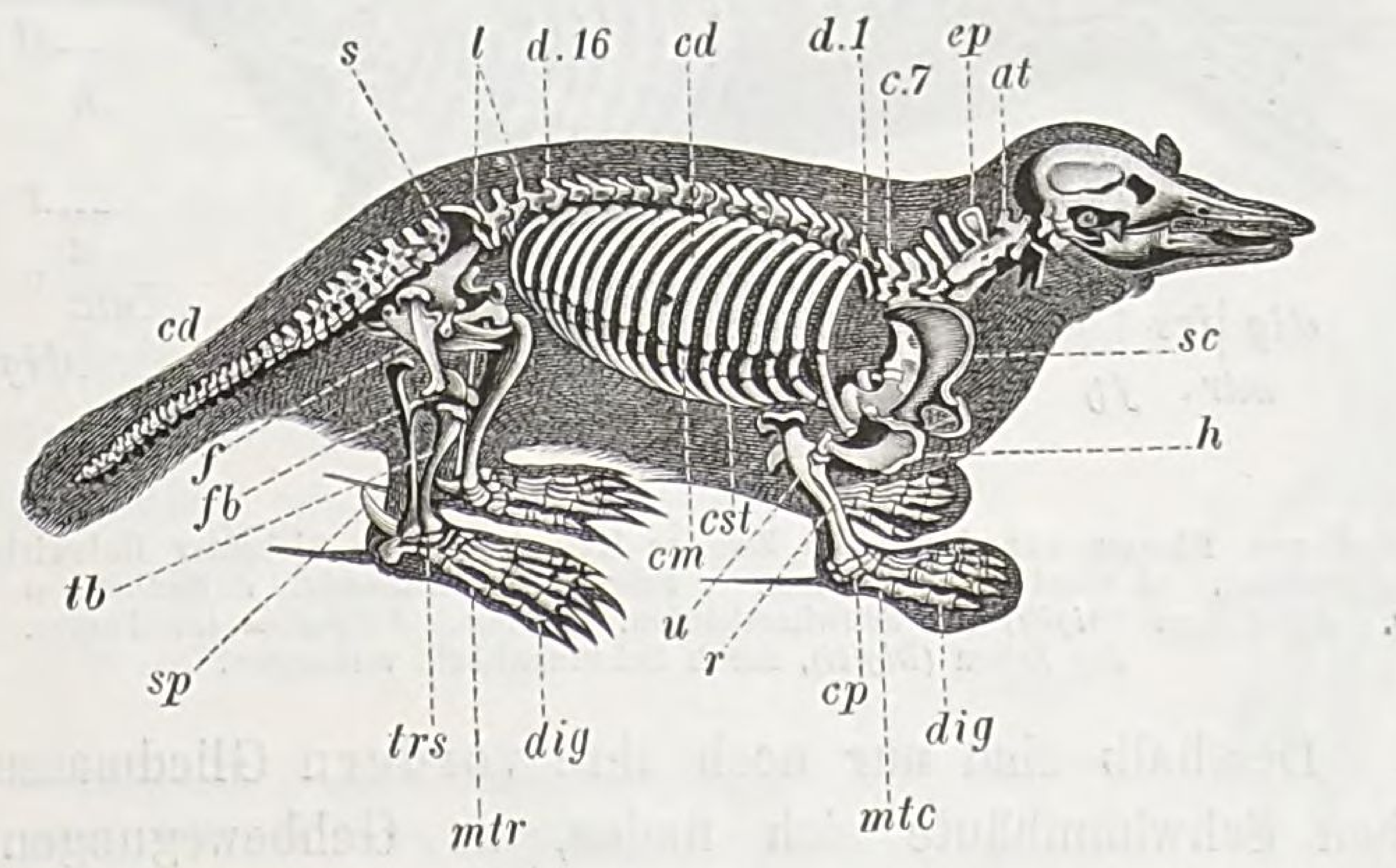


Fig. 436. Skelet vom Schnabelthier (*Ornithorhynchus paradoxus*). *at* Erster Halswirbel (*Atlas*). *ep* Zweiter Halswirbel (*Epistropheus*). *c.7* Siebenter Halswirbel. *d.1* Erster Dorsalwirbel. *d.16* Letzter Dorsalwirbel (16). *l* Lendenwirbel (3). *s* Sacralwirbel (2 + 1). *cd* Caudalwirbel (19). *cd* Costae vertebrales (16). *cm* costae medianae. *cst* Costae sternales. *sc* Scapula. *h* Humerus. *r* Radius. *u* Ulna. *cp* Carpus. *mtc* Metacarpus. *dig* Finger (*Digiti*), durch Schwimmhäute verbunden. *f* Oberschenkel (*Femur*). *tb* Tibia. *fb* Fibula. *sp* Sporn. *trs* Tarsus. *mtr* Metatarsus. *dig* Zehen (ohne Schwimmhäute).

aufzuhalten und unter dem Wasserspiegel zu schwimmen, also unterzutauchen, wie dies theils bei solchen der Fall, welche, wie unter den Carnivoren die Fischotter und Seeotter u. a., ihre Nahrung im Wasser zu suchen haben oder, wie manche Nager (Biber, Wassermaus u. a.), welche in Erdhöhlen sich aufhalten, zu denen die Eingänge im angrenzenden Wasser sich finden, — da besitzen die Gliedmassen besondere Einrichtungen, welche sie zu besseren Ruderorganen machen, als sie sonst sind.

Die einfachsten Einrichtungen dieser Art, welche eine besondere Abänderung des Gliedmassenskelets nicht bedingen, bestehen in der Ausspannung von Schwimmhäuten zwischen den Zehen, wie dies bei der Fischotter, beim Biber, Myopotamus, Chironectes, Ornithorhynchus (Fig. 436) u. a. der Fall ist.

Die Gliedmassen sind aber noch wesentlich Gehwerkzeuge. Bei der Seeotter (*Enhydris lutris*) sind die hintern Gliedmassen allerdings schon stark nach rückwärts gerichtet; folglich für Bewegung auf dem Festlande nicht mehr besonders geeignet. Daher sie auch den Uebergang der Carnivoren vorbereiten zu den Robben (Fig. 437), welche fast ausschliesslich im Wassser leben und nur an's Land gehen, um zu säugen oder auch wohl

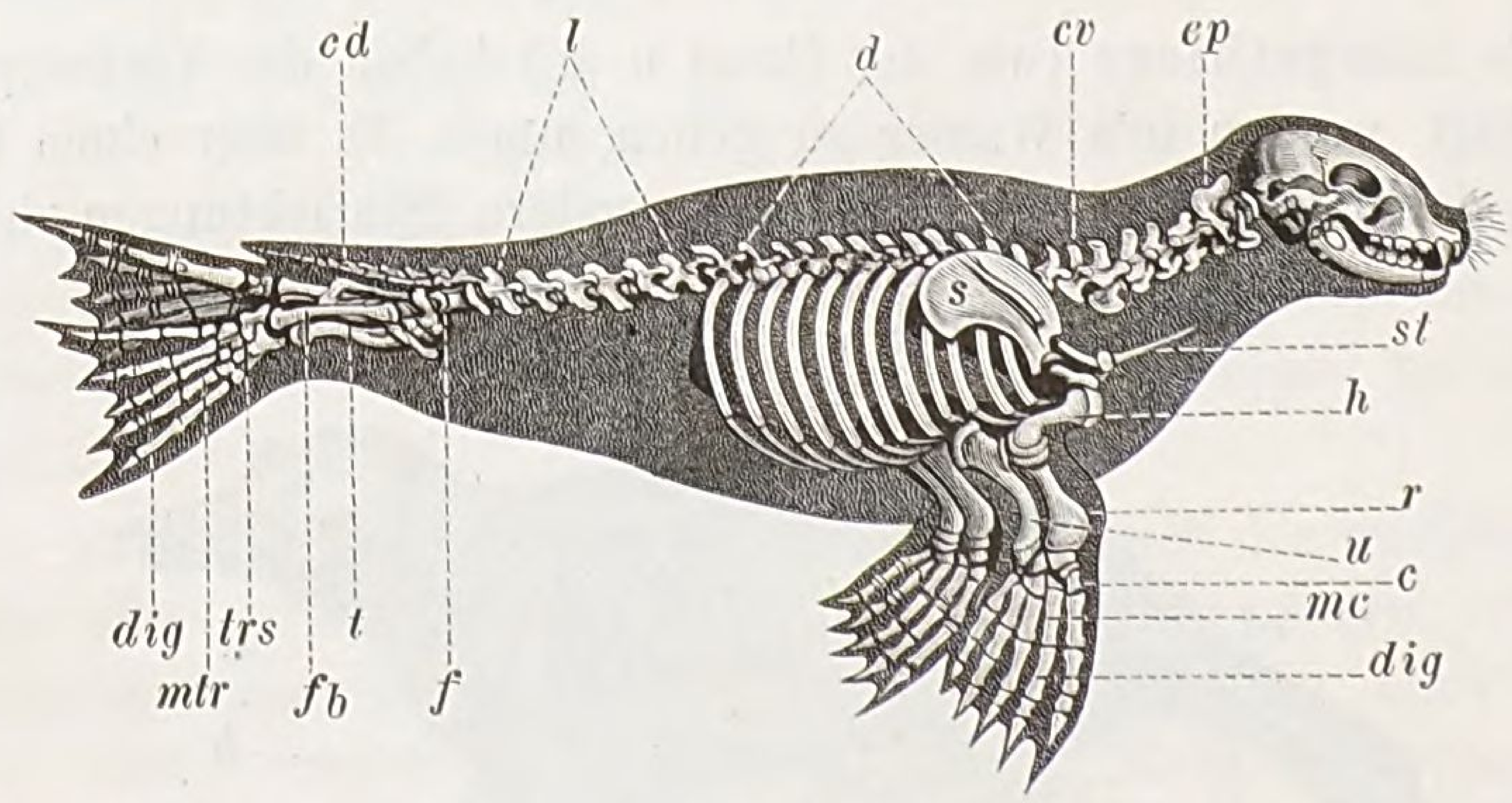


Fig. 437. Skelet von Phoca vitulina. *cp* Zweiter Halswirbel. *cv* Siebenter Halswirbel. *dors* Dorsalwirbel. *l* Lumbalwirbel. *cd* Cauda. *st* Sternum. *s* Scapula. *h* Humerus. *r* Radius. *u* Ulna. *c* Carpus. *mc* Metacarpus. *dig* Finger (*Digiti*) mit Schwimmhäuten. *t* Tibia. *f* Fibula. *trs* Tarsus. *mtr* Metatarsus. *dig* Zehen (*Digiti*), durch Schwimmhäute verbunden.

zu ruhen. Desshalb sind nur noch ihre vordern Gliedmassen, zwischen deren Zehen Schwimmhäute sich finden, zu Gehbewegungen brauchbar, während die hintern ausschliesslich Schwimm- oder Ruderfüsse und auch so nach hinten, neben den Schwanz gelegt sind, dass sie zur Gehfunktion ganz unbrauchbar sind und mit dem Schwanze wie eine Schwanzflosse sich ausnehmen. Bei den, den Robben nahestehenden herbivoren Cetaceen (Fig. 438), die nur an's Ufer gehen, um Ufergras zu fressen, fallen endlich die hintern Gliedmassen ganz weg und werden durch

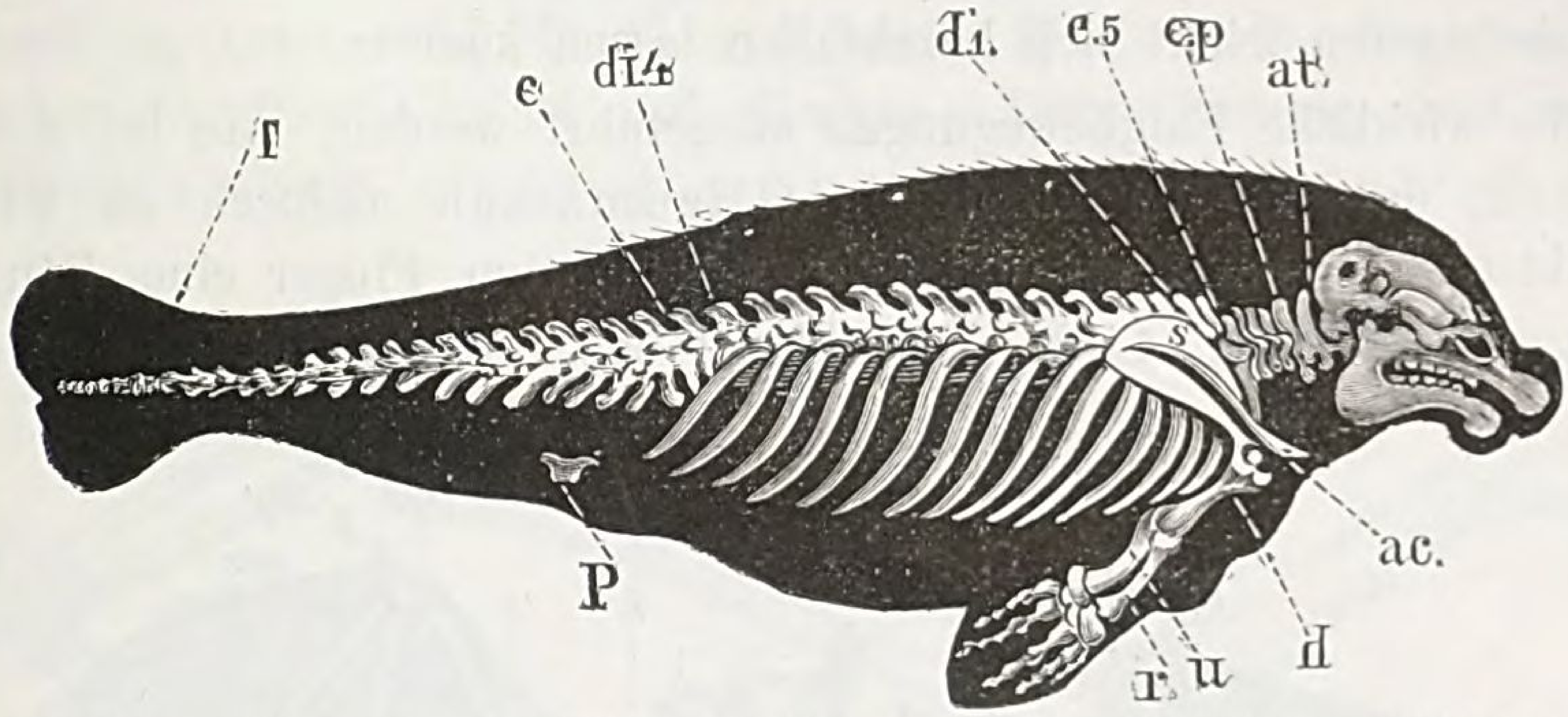


Fig. 438. Skelet von Manatus australis. *at* Atlas. *cp* Zweiter Halswirbel. *c.6* (statt *c.5*) Sechster Halswirbel. *d.1* Erster Dorsalwirbel (im Holzschnitt ist fälschlich auf den zweiten Dorsalwirbel hingewiesen). *d.14* Letzter (14.) Dorsalwirbel. *l—c* Lumbocaudalwirbel (im Holzschnitt sind *l—c* unverbunden und verkehrt dargestellt). *P* Rudimentäres Becken. *s* Schulterblatt (*Scapula*). *ac* Acromion. *h* (statt d) Oberarm. *u* Ulna. *r* Radius.

eine Schwanzflosse, derjenigen der Fische ähnlich, ersetzt, während die vordern Gliedmassen, die zwar auch wesentlich Flossen sind, doch zur Gehfunktion dadurch noch brauchbar bleiben, dass die einzelnen Knochen derselben noch grossen Theils ihre Articulationen besitzen.

Bei den carnivoren Cetaceen (Fig. 439), die nie an's Land kommen, fallen indess die Gelenke zwischen den einzelnen Knochen der Gliedmassen weg.

Nur das Schultergelenk bleibt zur Bewegung der ganzen Flosse, welche wie eine Fischflosse gestaltet erscheint, allein übrig. Auch die, statt der hintern Gliedmassen vorhandene Schwanzflosse hat grosse Aehnlichkeit mit der Schwanzflosse der Fische, nur unterscheidet sie sich darin, dass sie nicht vertical steht, sondern horizontale Lage hat und statt seitwärts nur auf- und abwärts bewegbar ist.

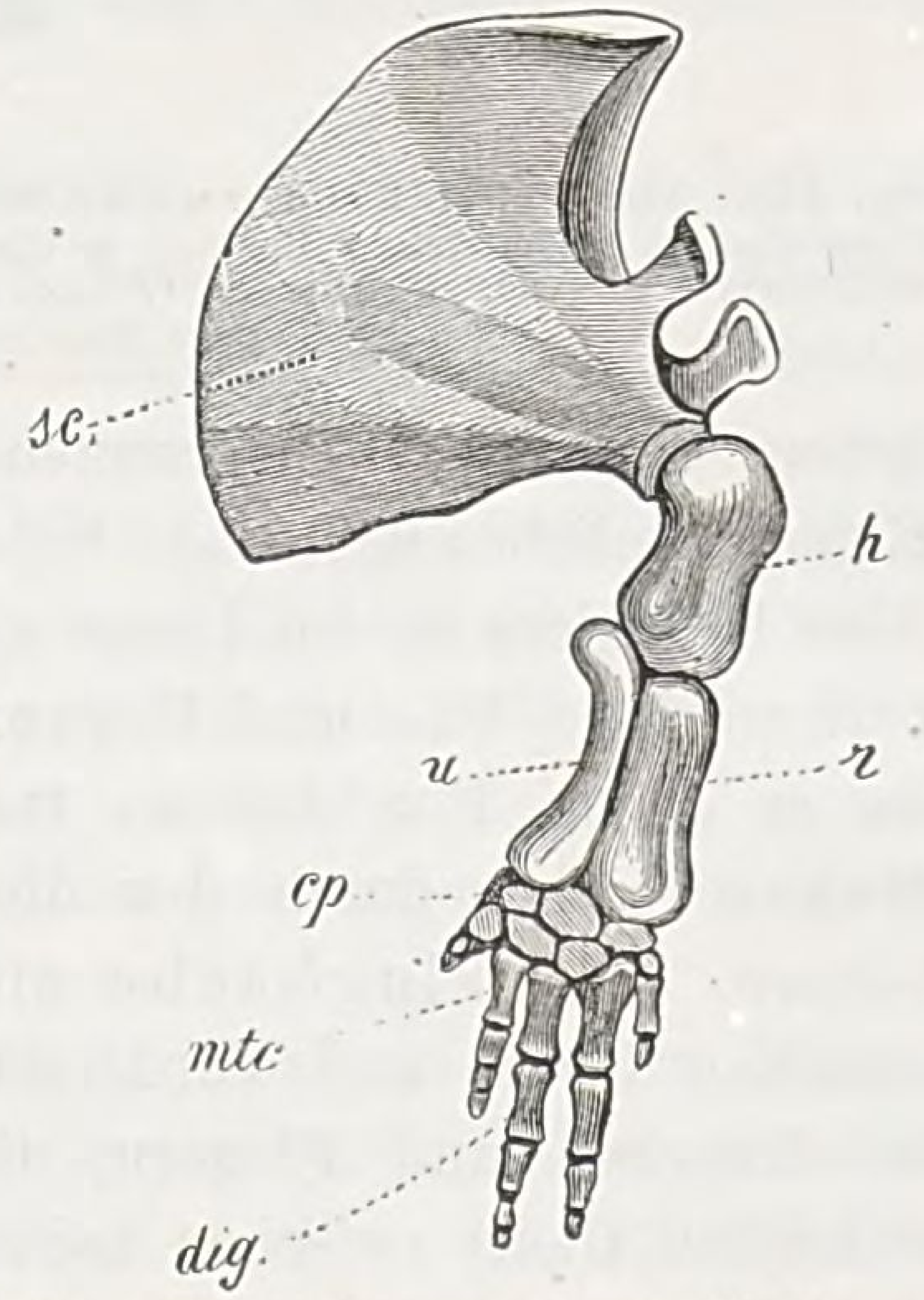


Fig. 439. Skelet der vordern Gliedmasse von Delphinus phocoena.

εε) Gliedmassen der Säugethiere, welche Bewegungen durch die Luft vermitteln, zum Fluge befähigen.

Die einfachsten Einrichtungen, welche zu diesen artigen Bewegungen befähigen, bestehen, wie bei Galeopithecus, Pteromys, in der Ausspannung einer Flughaut zwischen vordern und hintern Gliedmassen, die eine wesentliche Abänderung des Gliedmassenskelets nicht bedingt, aber auch nicht zum eigentlichen Fliegen befähigt, sondern nur eine Art Fallschirm bildet, ver-

möge dessen die Thiere auf Bäumen u. dgl. von einem höhern Punkte auf einen niedrigeren leicht sich herabfallen lassen können.

Wo wirkliche Flugbewegungen ausgeführt werden, wie bei den Chiropteren, da sind die vorderen Gliedmassen dadurch zu Flügeln umgebildet, dass zwischen die sehr verlängerten Finger eine Flughaut ausgespannt ist (Fig. 440). Das Skelet der vordern Gliedmassen musste



Fig. 440. Skelet einer Fledermaus (Blattnase, *Phyllostoma hastatum*), nach D'Alton. *cl* Schlüsselbein (*Clavicula*). *h* Os humeri. *r* Radius. *u* Ulna. *c* Carpus. *mtc* Metacarpus. *dig* Finger. *dig'* Daumen, einen Krallennagel tragend. *plv* Becken (*Pelvis*), an der Stelle der Schoosfuge offen. *f* Os femoris. *tb* Tibia. *trs* Tarsus. *mtrs* Metatarsus. *dig''* Zehen. *caud* Schwanz (*Cauda*).

daher manche Abänderungen erleiden, während das der hintern nichts Eigenthümliches darbietet. Schon der Vorderarm ist ansehnlich verlängert. Aber besonders in die Länge ausgezogen sind indess die vier ulnaren Mittelhandknochen und Finger. Nur der Daumen ist verkümmert geblieben, da er keine Flughaut zu tragen hat, sein Endglied vielmehr nur einen Haken bildet, durch den die Thiere an Wänden u. dgl. sich festhängen können. Die Flugfläche wird von der äussern Haut gebildet, die theils zwischen Ober- und Vorderarm, theils zwischen den verlängerten Mittelhandknochen und Fingern, theils zwischen diesen, dem Arme und dem Schenkel, theils zwischen beiden letztern ausgespannt ist.

bb) Von den Gliedmassen der Vögel.

Bei denselben sind nur die hintern Gliedmassen auf die Gangbewegung eingerichtet, die vordern dagegen für die Flugbewegung. Ungeachtet dessen zeigen die letzteren eine Gliederung, welche von derjenigen der Säugethiere nicht wesentlich abweicht. Denn, wie bei diesen,

zerfällt das Skelet der vordern Gliedmassen bei den Vögeln (Fig. 441) auch in Oberarm, Unterarm, und Hand und diese wieder in Handwurzel, Mittelhand und Finger. Dem Oberarm liegt das einfache Oberarmbein (*h*) (*Os humeri*) zu Grunde. Der Unterarm (*Antibrachium*) besteht aus Speiche (*Radius* [*r*]) und Ellenbogenbein (*Ulna* [*u*]). Die Handwurzel (*Carpus* [*c*]) wird von zwei Knochen, — und die Mittelhand (*Metacarpus* [*m*]) aus einem Hauptknochen gebildet, der aber aus drei, an ihrem brachialen Ende mit einander verwachsenen, zusammengesetzt zu betrachten ist. Zwei (*m*) erscheinen auch an ihrem digitalen Ende verwachsen, während in der Mitte sie getrennt blieben. Der Dritte dagegen ist verkümmert, so dass er nur einen radialwärts stehenden Fortsatz des Hauptknochens darstellt.

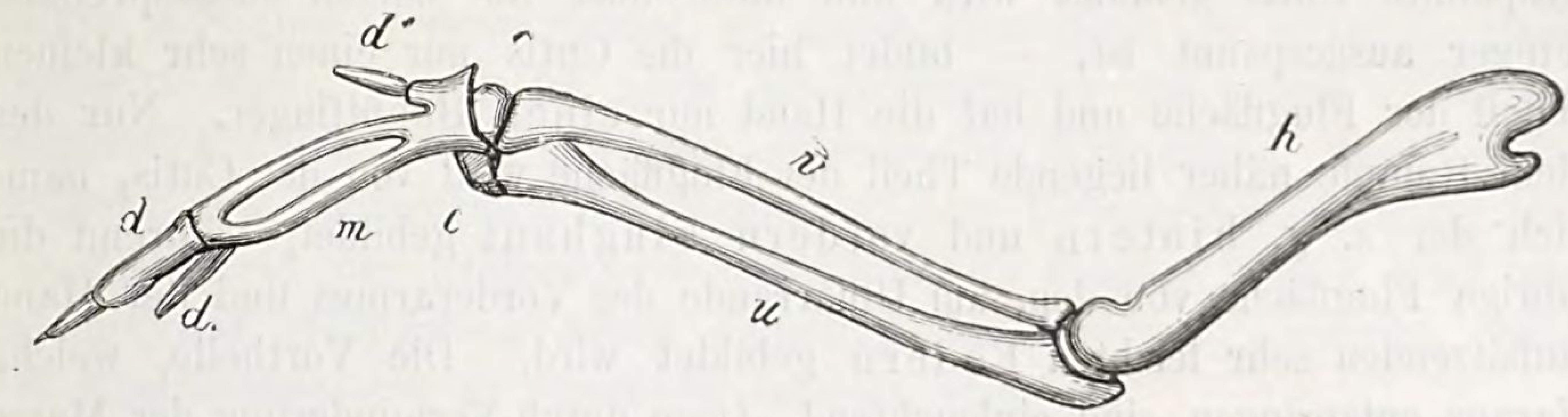


Fig. 441. Skelet des Vogelflügels. *h* Humerus. *r* Radius. *u* Ulna. *c* Carpus. *m* Metacarpus. *d* Digiti. *d'* Daumen.

Der Finger (*Digiti* [*d*]) sind 3 vorhanden, die aber sehr ungleich entwickelt sind und alle auf dem gemeinsamen Mittelhandknochen aufsitzen. Der mittlere ist der Hauptfinger und der längste. Er besteht meistens aus 2, bisweilen selbst aus 3 Gliedern, während die beiden andern sehr kurz sind und je aus nur einer Phalanx bestehen. Der eine, welcher an der Ulnarseite des langen Mittelfingers steht, sitzt mit diesem gemeinsam auf dem digitalen Ende des gemeinsamen Haupt-Mittelhandknochens auf, während der andere, der s. g. Daumen, weiter zurück auf einem radialwärts am brachialen Ende des letztern vorstehenden Fortsatze aufsitzt.

Der neuholländische Casuar hat von den Fingern nur den langen Mittelfinger, während der Daumen und Ulnarfinger fehlen. Der afrikanische Strauss dagegen hat 3 Finger, und besitzt der Mittelfinger drei, der Daumen zwei Glieder.

In Folge des, in der Organisation des Vogelskelets überhaupt, in der des Flugwerkzeuges aber insbesondere sich kundgebenden Strebens der Natur, das Gewicht des Körpers, wo irgend es thunlich ist, zu vermindern und Aufwand von Muskelkraft und dadurch Muskelmasse zu ersparen, — sind dem Flügel eine Anzahl von Einrichtungen zu Theil geworden, durch welche er

nicht allein wesentlich, von der vordern Gliedmasse der Säugethiere, sondern namentlich auch von der dort (bei den Chiropteren) in Anwendung gekommenen Flügelbildung abweicht.

Während bei den Chiropteren die ganze Flugfläche durch die ausgespannte Cutis gebildet wird und diese über die langen ausgespreizten Finger ausgespannt ist, — bildet hier die Cutis nur einen sehr kleinen Theil der Flugfläche und hat die Hand nur einen Hauptfinger. Nur der dem Rumpfe näher liegende Theil der Flugfläche wird von der Cutis, nämlich der s. g. hintern und vordern Flughaut gebildet, während die übrige Flugfläche von den, am Ulnarrande des Vorderarmes und der Hand aufsitzenden sehr leichten Federn gebildet wird. Die Vortheile, welche daraus entspringen, sind einleuchtend. Denn durch Verminderung der Masse und des Gewichtes des Handskelets und dadurch auch der sie umgebenden Weichtbeile, welche specifisch schwerer, als die Luft, sind, wird der Schwerpunkt des Flügels dem Rumpfe näher gelegt, als bei den Chiropteren, und sind sonach die Bewegungen durch geringeren Aufwand von Muskelkraft ausführbar.

Die Körper der Flügelmuskeln sind dem Rumpfe ebenfalls möglichst nahe gelegt und nur ihre, das Gewicht nicht viel erschwerenden Sehnen erstrecken sich zu denjenigen entfernten Theilen des Flügels, auf welche sie ihre Angriffe machen sollen (Fig. 442). Dadurch wird der Schwerpunkt dem Thorax ebenfalls mehr genähert, als bei der gewöhnlichen Anordnung der Muskeln.

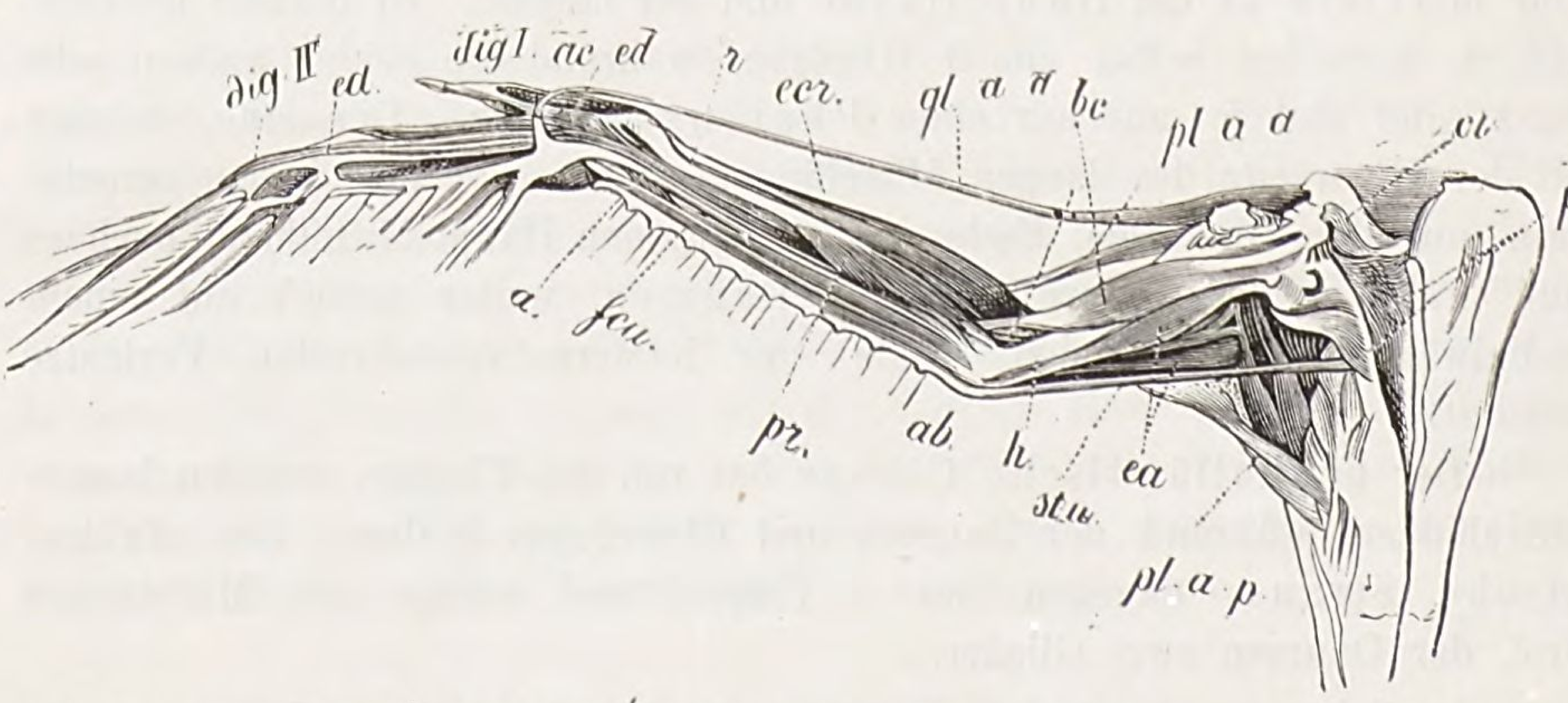


Fig. 442. Flügelmuskeln eines Vogels (nach C. G. Carus). *cl* Vorderes Schlüsselbein (*Furcula*). *h* Unteres Ende des Os humeri. *ab* Ellenbogengelenk. *r* Radius. *u* Ulna. *ac* Handgelenk. *dig.I* Daumen oder kurzer Finger der Hand. *dig.II* Zweiter oder langer Finger derselben. *pc* Brustmuskeln. *bc* Beuger des Ellenbogengelenkes (*Biceps humeri*). *ea* Strecker des Vorderarmes (*Triceps humeri*). *pl.a.p* Spanner der hinteren Flughaut (*Tensor plicae alaris posterioris*). *pl.a.a* Langer Spanner der vorderen Flughaut (*Tensor plicae alaris anterioris longus*). *pl.a.a'* Kurzer Spanner derselben (*Tensor brevis plicae alar. anterioris*). *ecr* Speichenstrecker des Handgelenkes (*Extensor carpi radialis*). *ed* Fingerstrecker (*Extensor dig. com.*) *fcu* Ellenbogenbeuger des Handgelenkes (*Flexor carpi ulnaris*). *st—u* Musculus sterno-ulnaris.

Manche der Flügelbewegungen werden gar nicht durch Muskeln, sondern durch eigenthümliche Mechanismen der Gelenke oder durch Spannung elastischer Gebilde u. dgl. bewirkt, wodurch gleichfalls eine Verminderung des Körpergewichtes erzielt wird. So ist z. B. ein elastisches Band von der Schulter bis zur Hand angelegt, das bei Streckung des Ellenbogengelenkes in Spannung versetzt wird, wo durch diese dann von selbst die Hand gestreckt wird. Ferner ist auch die Gelenkfläche des untern Endes des Humerus für den Radius von solch excentrischer Krümmung, dass bei der Beugung des Vorderarmes der Radius an der Ulna gegen die Hand sich verschiebt und die letztere nach der Ulnarseite beugt. Ebenso wird umgekehrt das Handgelenk durch denselben Mechanismus gestreckt, wenn das Ellenbogengelenk in Streckung versetzt wird.

Endlich ist die Einsenkung der Schwungfedern des Flügels in dessen Cutis und ihre Befestigung so veranstaltet, dass bei Spannung der Cutis und der darunter liegenden Fascie, welche eintritt bei der Streckung des Hand- und Ellenbogengelenkes, die Federn sich in einer Ebene ausspreitzen, um die Flugfläche zu bilden, bei der Abspannung der Cutis und Fascie aber vermöge der elastischen Zusammenziehung der ersteren sich zusammenlegen, also auch diese Bewegungen vollzogen werden ohne direkte Einwirkung von Muskeln.

Die hintern Gliedmassen sind nur für die Gangbewegung berechnet. Ihre Entwicklung in die Länge zeigt, ähnlich den Gliedmassen der Säugethiere, grosse Verschiedenheit, die hauptsächlich von den verschiedenen Verhältnissen abhängt, unter welchen die Vögel ihr Leben verbringen und ihre Nahrung gewinnen müssen. Vögel, die auf Bäumen und dgl., oder im Wasser sich vorzugsweise aufhalten und hier ihre Nahrung suchen, oder letzterer im Fluge nachhaschen, haben im Allgemeinen kürzere Beine, als solche, welche auf dem Lande umherlaufen oder durch Sümpfe waten müssen, um ihre Nahrung zu finden. Daher haben Singvögel, Klettervögel, Schwimmvögel (Fig. 443) u. a. kürzere Beine als Watvögel (Fig. 444), Stelzen- und Laufvögel, die lange Beine besitzen. Letzteren (Fig. 445) kommen die langen Beine um so mehr zu Statten, als durch ihren schnellen Lauf sie das ihnen abgehende Flugvermögen ergänzen müssen. Bezüglich dieser Schnellläufigkeit erinnern sie an die langbeinigen Säugethiere (Einhufer, Wiederkäuer).

Die Gliederung der hinteren Gliedmassen der Vögel ist derjenigen der Säugethiere sehr ähnlich. Wie bei diesen, zerfallen auch sie (Fig. 435) in Oberschenkel (*Femur*), Unterschenkel (*Crus*) und Fuss (*Pes*). Letzterer zerfällt aber nur in Mittelfuss oder s. g. Lauf (*Metatarsus*) und in die Zehen (*Digiti*), da die Fusswurzeln (*Tarsus*) den Vögeln ganz allgemein abgehen. Nur bei Apteryx kommt, Owen zu Folge, ein kleiner

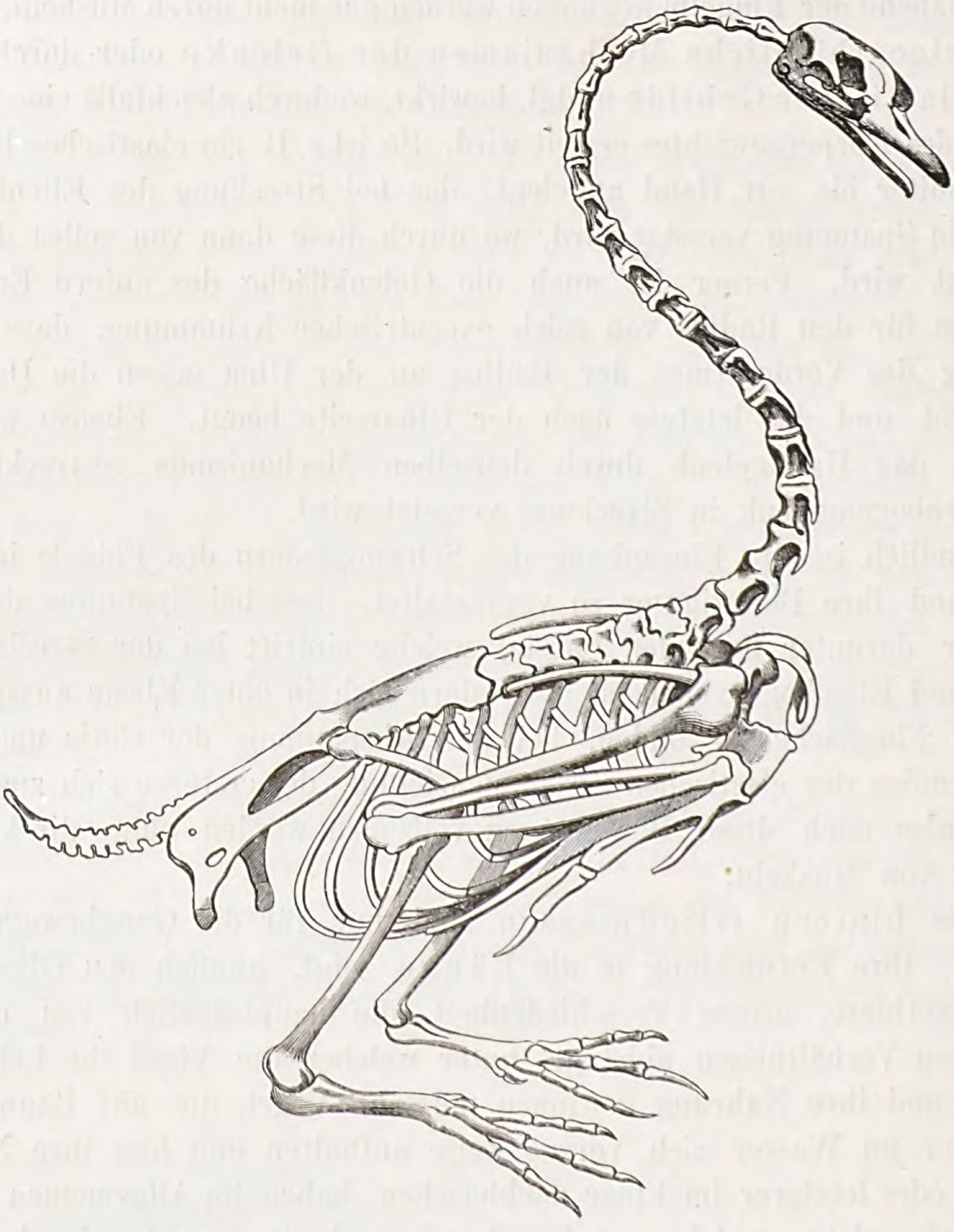


Fig. 443. Skelet vom weissen Schwan (*Cygnus olor*).

Fusswurzelknochen vor. Diese Eigenthümlichkeit des Fussskelets der Vögel findet ihre Erklärung in der Thatsache, dass im Embryonalzustande dieselben zwei knorpelige Tarsalstücke besitzen, ein oberes und unteres, von welchen das erstere aber später mit der Tibia verschmilzt und deren unteres Gelenkende bildet, das untere dagegen mit dem Metatarsus verwächst (Gegenbaur).

Der Oberschenkelknochen (*Os femoris*) ist von im Ganzen kräftiger Gestalt (*f*) und im Allgemeinen kürzer, als der Unterschenkel. Letzterer wird von der Tibia (*tb*) und einer verkümmerten Fibula (*fb*), sowie einer Patella gebildet. Diese ist meistens vorhanden, manchmal, wie beim afrikanischen Strauss, selbst doppelt. Wo sie aber fehlt, besitzt das obere Ende der Tibia einen oberarmartigen starken Vor-

sprung, der bei tauchenden Vögeln, besonders bei Colymbus u. a. selbst zu einem sehr langen pyramidalen Fortsatze (Fig. 446) sich entwickelt. Die Tibia bildet die Hauptgrundlage des Unterschenkels. Denn die Fibula, welche zwar in der Regel vorhanden ist und auch mit dem Oberschenkel articulirt, ist doch mehr oder weniger verkümmert, griffelförmig, und nie bis zum Fuss herabreichend, oft mit der Tibia verwachsen. Den Mittelfuss bilden zwei Knochen, ein Hauptknochen (*Os tarso-metatarsale*), welcher drei Zehen trägt, und ein kleiner Nebenknochen für den Daumen. (Fig. 447 *C.*). Der Hauptknochen des Metatarsus verhält sich wie der gleiche bei den Wiederkäuern oder der bei Dipus bipes. Er ist nämlich auch aus der Verschmelzung von drei in der Embryonalperiode getrennt angelegten hervorgegangen, nur dass mit seinem tibialen Ende auch noch das, beim Embryo vorhandene knorpelige untere Tarsalstück verschmolzen ist.



Fig. 444. Skelet von Cariama (*Dicholophus*).

Die Zahl und Stellung der Zehen ist sehr verschieden. Der Strauss (Fig. 447 *A.*) hat zwei Zehen, wovon indess eine von ganz besonderer Stärke ist (was an ein ähnliches Verhältniss beim Känguruh erinnert). Die Casuare (Fig. 447 *B.*) und manche Schwimm- und Tauchervögel (Fig. 446) haben drei Zehen.

Sonst (Fig. 447 *C.*) finden sich meistens vier Zehen vor, von denen jedoch der Daumen nach hinten gerichtet zu sein pflegt, während die übrigen vorwärts stehen. Bei den Klettervögeln (Fig. 447 *D.*) ist indess auch die äussere Zehe noch nach hinten gelegt, so dass zwei vorwärts

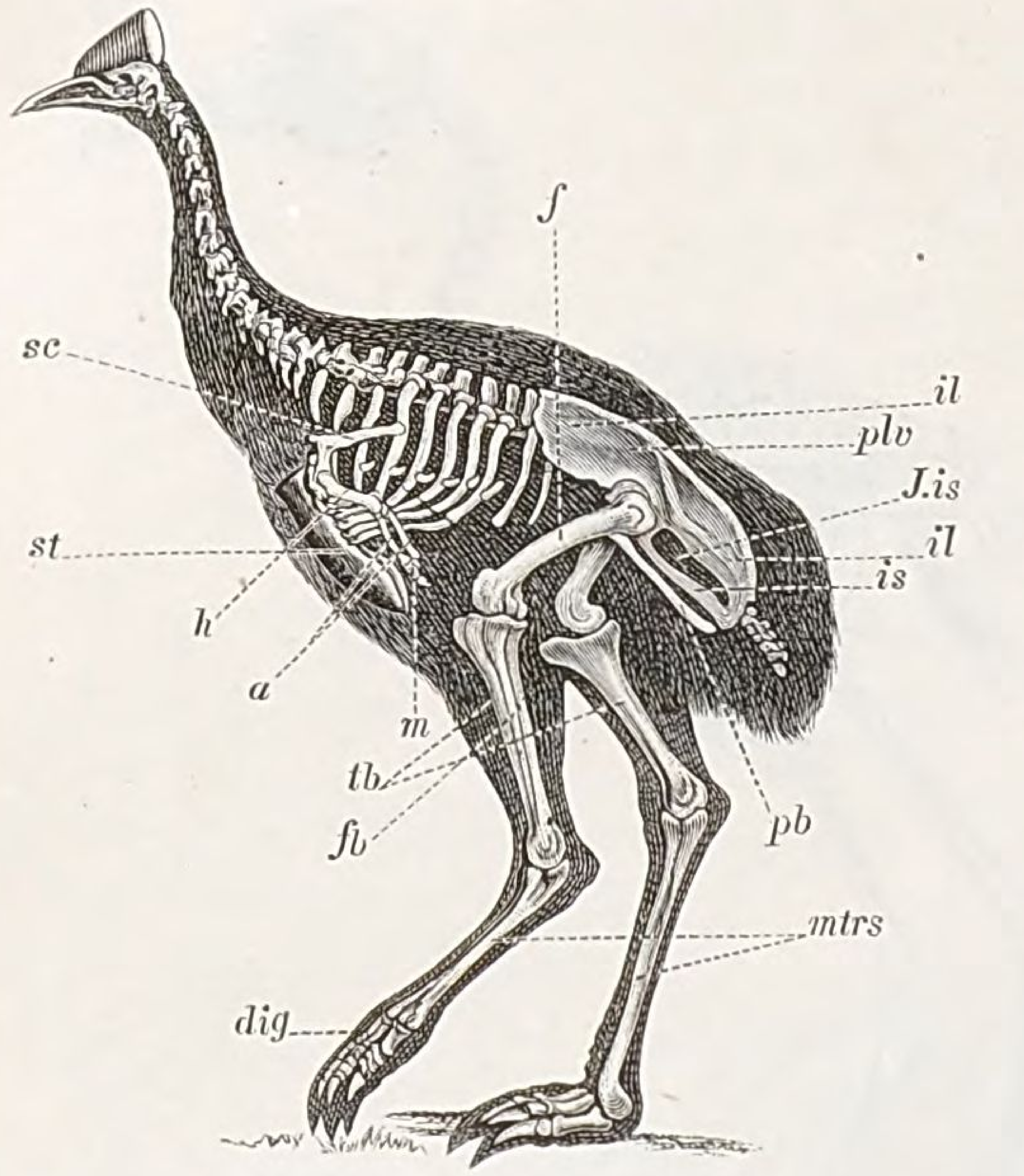


Fig. 445. Skelet vom indischen Casuar (*Casuarius galeatus*). Nach E. d'Alton. *cr* Knochenkamm auf der Stirn. *cv* Halstheil der Wirbelsäule. *d* Rückentheil (*Pars dorsalis*) derselben. *caud* Caudaltheil. *c* Sechs wahre Rippen (*Costae verae*). *c'* Drei vordere falsche Rippen. *c''* Zwei hintere falsche Rippen. *st* Brustbein (*Sternum*). *sc* Scapula. *h* Humerus. *a* Antibrachium. *m* Hand (*Manus*). *plv* Becken (*Pelvis*). *il* Darmbein (*Os ileum*). *is* Sitzbein (*Os ischii*). *pb* Os pubis. *J.is* Incisura ischiadica. *f* Os femoris. *tb* Tibia. *fb* Fibula. *t-mtrs* Tarso-metatarsus, aus einem Knochen bestehend. *dig* Zehen (3 an der Zahl).

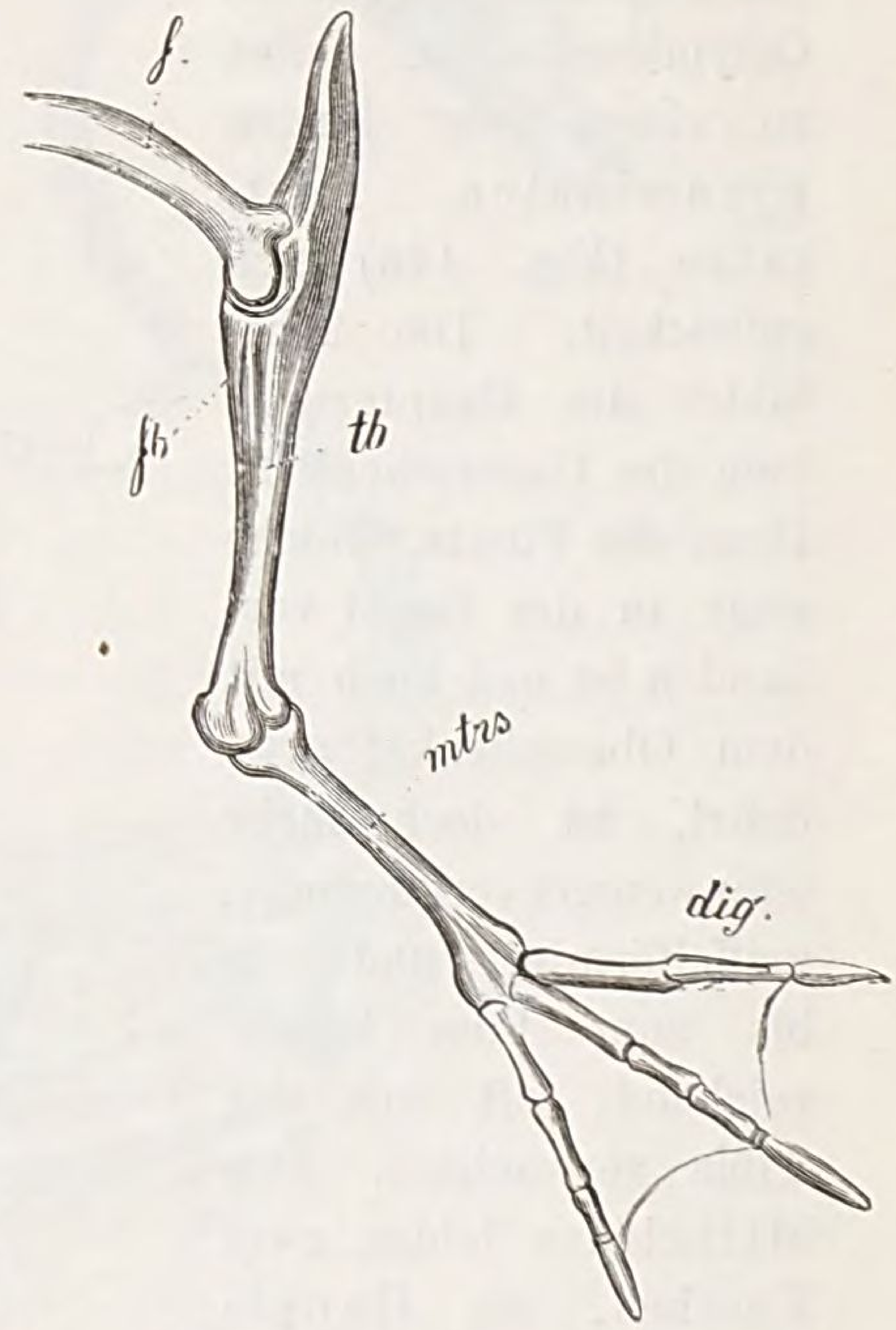


Fig. 446. Hintere Gliedmasse vom arctischen Seetaucher (*Colymbus arcticus*). *f* Femur. *tb* Tibia, nach oben in den pyramidalen Fortsatz ausgehend. *fb* Fibula. *mtrs* Metatarsus. *dig* Digiti.

und ebenso viele rückwärts gerichtet sind. Bei den Palmipeden (Fig. 447 *E*) indess, wenn sie vier Zehen besitzen, ist der sonst nach hinten gekehrte Daumen auch noch nach vorn gewendet. Meistens jedoch fehlt er denselben, wie Albatros, die Lumme u. a. Beispiele abgeben.

Die Gliederung der einzelnen Zehen ist indess nicht so gleichförmig, wie bei den Säugethieren. Die Zahl der Zehenphalangen steigt von innen nach aussen, so dass der Daumen die kleinste Zahl und der vierte Finger die grösste hat. Nämlich der Daumen hat zwei Glieder, die zweite Zehe drei und die dritte Zehe vier und die vierte Zehe endlich fünf Glieder. Doch gibt es auch hiervon einzelne Ausnahmen.

cc) Von den Gliedmassen der Amphibien.

Da der Stoffwechsel bei diesen Thieren sehr viel träger von Statten geht, als bei den höheren Wirbelthiern, in Folge davon auch das Nahrungsbedürfniss schwächer und das Bewegungsbedürfniss geringer ist — so sind die Gliedmassen im Allgemeinen auch schwächlicher, als bei jenen, ausgebildet, mehr nach aussen stehend und den Leib fast unmittelbar auf dem Boden hintragend; ja bei manchen fehlen sie selbst ganz.

Uebrigens zeigen sie noch die Gliederung in die typische Abtheilung, wie die höheren Wirbelthiere, nämlich in Oberarm und Oberschenkel, Unterarm und Unterschenkel, Hand und Fuss, und letzterer zerfällt auch wieder in eine Hand- und Fusswurzel, Mittelhand und Mittelfuss, und in Finger und Zehen.



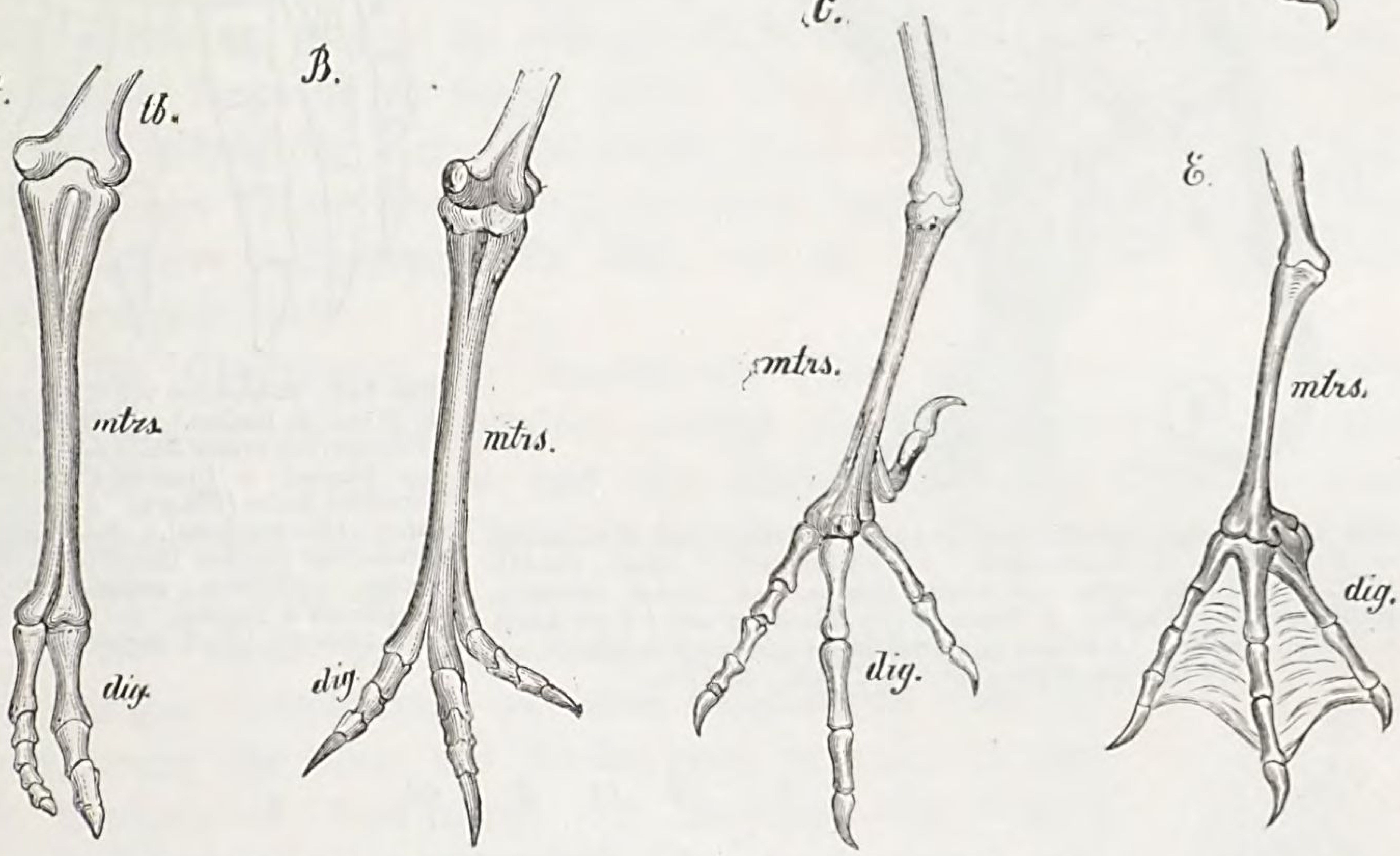


Fig. 447. *A—E.* Fussskelet der Vögel. *A.* Vom Strauss. *B.* Vom Casuar. *C.* Von Crax alector (Höckerhuhn). *D.* Vom Papagai. *E.* Vom Schwan. *tb* Tibia. *mtrs* Metatarsus. *dig* Digiti.

Die Fibula articulirt bei den beschuppten Amphibien, besonders den meisten Sauriern (Fig. 448) und Krokodilen (Fig. 450), mit dem Oberschenkelbein. Eine Patella ist ein seltenes Vorkommniss bei wenigen Sauriern (Monitor, Lacerta u. a.), und unter den Cheloniern bei Terrapene clausa. Dagegen findet man öfter (bei einzelnen Sauriern und Cheloniern) an der Streckseite des Ellenbogengelenkes ein kniescheibenähnliches Sesambein — s. g. Patella brachialis — vor. — Hand- und Fusswurzel zeigen bezüglich der Zahl ihrer Glieder grosse Verschiedenheiten. Bei den Cheloniern besteht der Carpus meistens aus 9 Stücken, die in 2 Reihen liegen (Fig. 449). Bei den Sauriern ist ihre Zahl schon kleiner in Folge der Verschmelzung einzelner Carpalstücke mit einander, und wo einzelne Finger eingehen, tritt noch eine weitere Verminderung ein. Am weitesten gehend ist die Umgestaltung und Reduction des Carpus bei den Krokodilen (Fig. 450). Zwei Knochen der ersten Reihe des Carpus, ein radialer und ulnarer, praevaliren durch ihre Stärke über die andern und entwickeln sich der Art in die Länge, dass sie wie Metacarpalknochen sich ausneh-

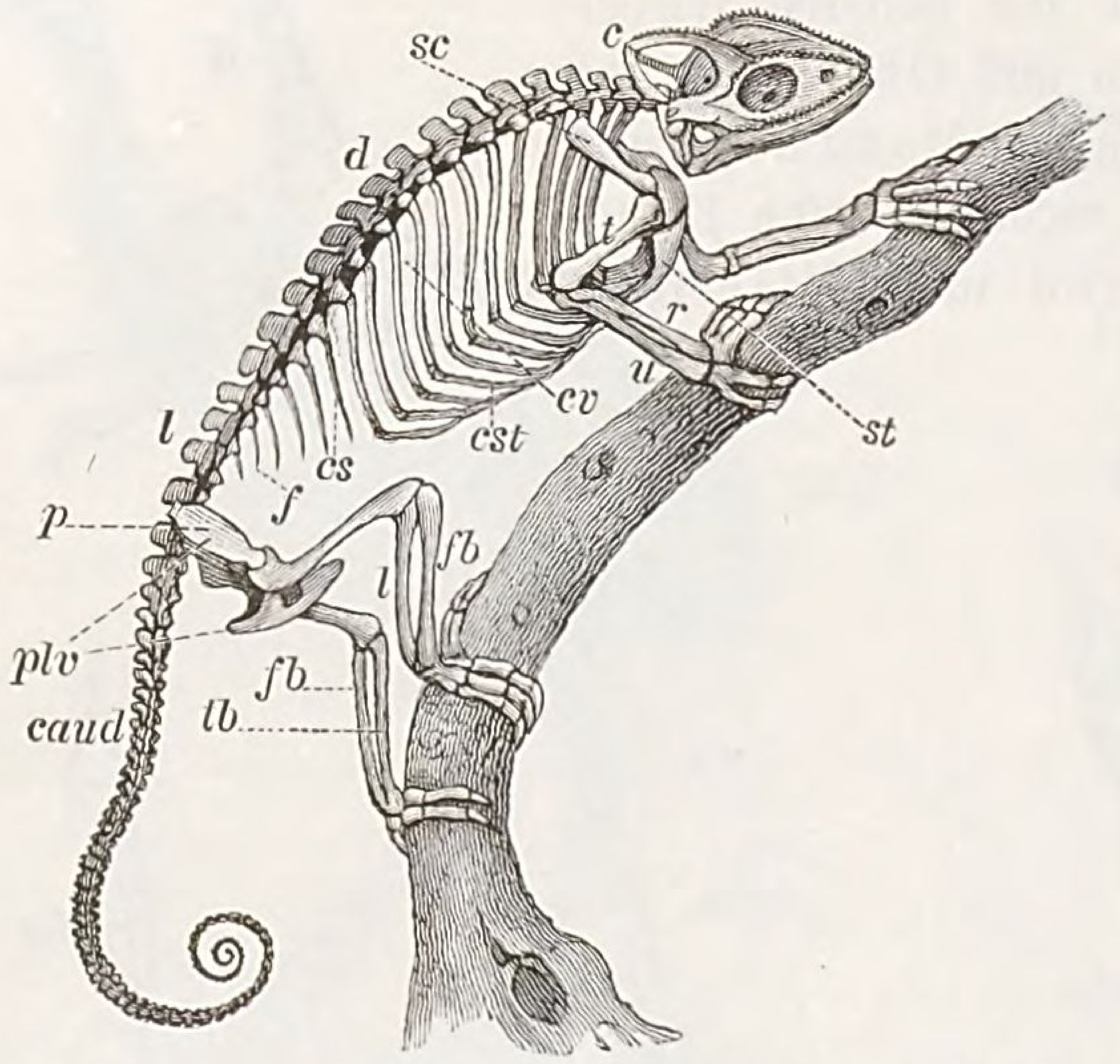


Fig. 448. Skelet vom Chamaeleon. *c* Halstheil der Wirbelsäule. *d* Dorsaltheil. *l* Lendentheil. *p* Beckentheil. *caud* Caudaltheil. *cv* Costae verae. *cs* Costae spuriae. *cst* Costae sternales. *st* Sternum. *sc* Scapula. *h* Humerus (ist fälschlich mit *t* bezeichnet). *r* Radius. *u* Ulna. *f* Femur (die punktirte Linie zeigt fälschlich auf die falschen Rippen *cs*). *fb* Fibula. *tb* Tibia.

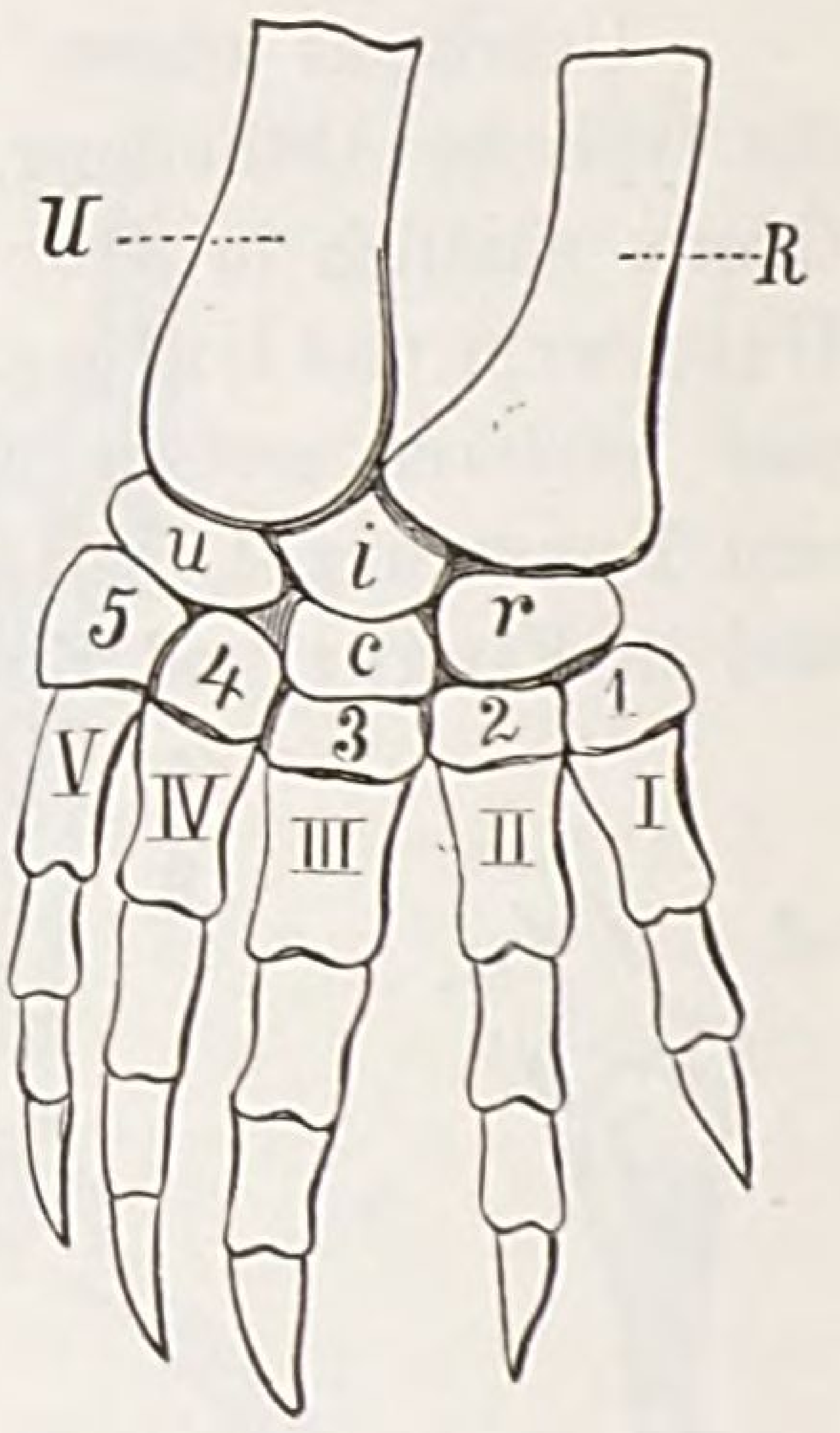


Fig. 449. Handskelet von Chelydra. *U* Ulna. *R* Radius. *r* Radiales Stück (*Radiale*) der ersten Reihe der Knochen des Carpus. *u* Ulnares Carpalstück derselben Reihe (*Ulnare*). *i* Zwischenstück (*Intermedium*). *1—5* Einzelglieder der zweiten Carpalreihe (*Carpalia*). *c* Centrale, zwischen beiden Carpalreihen liegend. *I—V* Ossa metacarpi. (Nach *Gegenbaur*.)

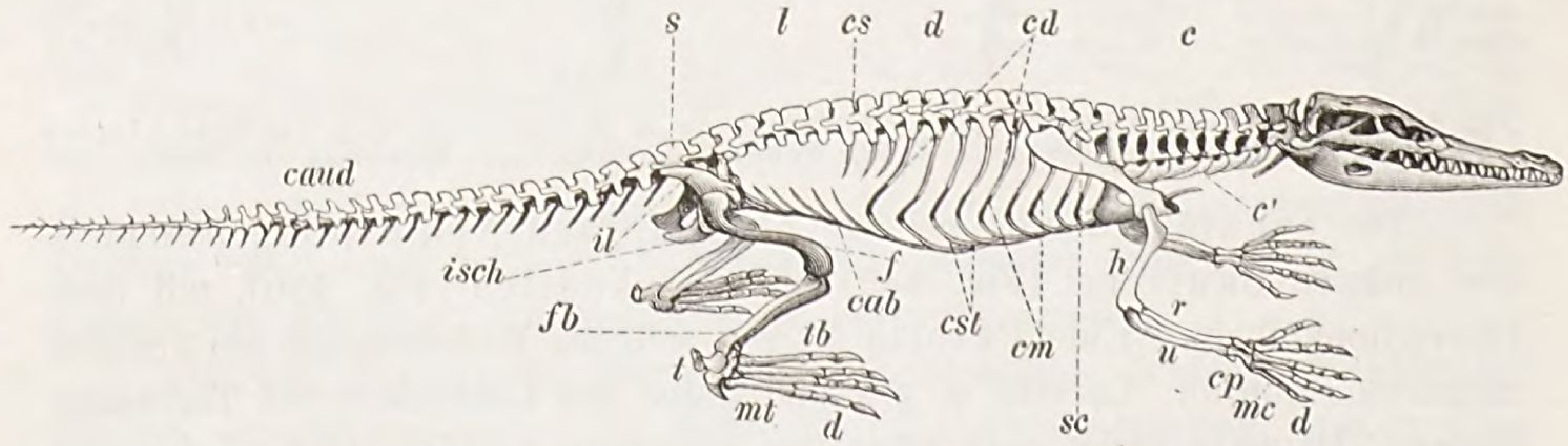


Fig. 450. Skelet vom Krokodil. *c* (8) Halswirbel. *d* Dorsalwirbel. *l* (5) Lendenwirbel. *s* Sacralwirbel. *caud* Caudalwirbel. *c'* Halsrippen. *cd* Dorsalrippen. *cst* Sternalrippen. *cm* Costae mediae. *cab* Bauchrippen (*Costae abdom.*). *sc* Scapula. *h* Humerus. *r* Radius. *u* Ulna. *cp* Carpus. *mc* Metacarpus. *d* Digiti. *il* Os ileï. *isch* Os ischii. *f* Femur. *tb* Tibia. *fb* Fibula. *t* Tarsus. *mt* Metatarsus. *d* Digiti.

men. Die Glieder der zweiten Carpalreihe dagegen sind verkümmert und zum Theil nur knorpelig vorhanden. Der Tarsus zeigt auch mancherlei Verschiedenheiten, welche durch Verschmelzung und Reduction einzelner seiner Stücke herbeigeführt werden. Im Allgemeinen liegen letztere in zwei Reihen, von welchen die hintere, die den Unterschenkel zu tragen hat, aus zwei Knochen, dem Astragalus und Calcaneus, zu bestehen pflegt. Nur bei manchen Emydea finden sich statt dessen vier vor. Besonders stark sind diese beiden hintern Tarsalknochen beim Krokodil (Fig. 450).

Die Finger und Zehen zeigen weniger in Hinsicht ihrer Zahl, als ihrer Gliederung manche Verschiedenheit. In der Regel sind fünf Finger und fünf Zehen vorhanden, die von der gleichen Zahl Mittelhand- und Mittelfussknochen getragen werden. Nur die Gliederzahl der Finger und Zehen ist sehr verschieden, indem einzelne unter der typischen Phalangenzahl von 3 bleiben, andere, wie namentlich die äussere vieler Saurier dieselbe bis zu fünf übersteigen. Sehr lang, aber doch nur aus vier Gliedern gebildet, war der äussere Finger bei der fossilen Flugeidexe (*Pterodactylus*), weil er die zwischen vorderer und hinterer Gliedmasse ausgespannte Flughaut zu tragen hatte. Bei dem Chamäleon (Fig. 448) ist die Stellung der Finger und Zehen derart verändert, dass an der Hand zwei äussere Finger drei innern, am Fusse dagegen die zwei innern Zehen drei äussern entgegengestellt sind, was an den Fuss der Klettervögel erinnert (Fig. 447).

Die Gliedmassen der Seeschildkröten sind mehr zu flossenähnlichen Ruderorganen umgestaltet, ähnlich wie bei den Cetaceen dies schon der Fall war. Noch mehr und den Flossen der Fische ähnlicher waren die Gliedmassen bei den fossilen Reptilien, bei Plesiosaurus und Ichthyosaurus (Fig. 451).

Wie schon bei den Cetaceen (Fig. 439) die zum Ruderorgan umgebildeten vorderen Gliedmassen eine Verkümmerung des Ober- und Vorderarmes zeigten, die sich in ansehnlicher Verkürzung der Knochen und Wegfall ihrer Gelenkverbindungen kund gab, so verkürzen sich diese Abschnitte der Gliedmassen auch bei den genannten fossilen Sauriern in noch höherem Maasse. Der dem Oberarm entsprechende Knochen hat noch eine einigermaassen ansehnliche Länge, dagegen sind die beiden Vorderarmknochen bei Plesiosaurus sehr verkürzt und bei Ichthyosaurus in solchem Grade, dass sie von den Carpalstücken und den andern die Hand bildenden Gliedern kaum noch verschieden sich zeigen, vielmehr in diese aufgegangen zu sein scheinen. Die Hand lässt daher nur noch bei Plesiosaurus einen Carpus, Metacarpus und Digiti einigermaassen unterscheiden, nicht mehr aber bei Ichthyosaurus. Die sämmtlichen Glieder der Hand des letztern liegen, den Fingergliedern ähnlich, in langen Reihen, welche die Träger der darüber ausgespannten Flossenhaut abgaben und den Flossenstrahlen der Fische vergleichbar sind. Die Zahl dieser Strahlen ist indessen noch gering, derjenigen der Finger höherer Thiere entweder noch gleich, oder kaum dieselbe übersteigend. Zwei dieser Strahlen, der innere und äussere, deren erste Glieder von den verkümmerten Vorderarmknochen

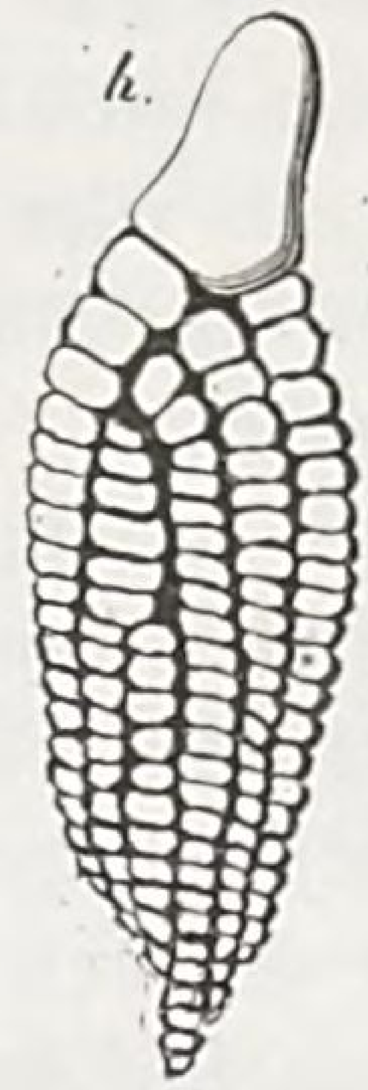


Fig. 451. Vordere Gliedmasse von Ichthyosaurus. *h* Humerus.

stammen, sitzen auf dem Humerus, als ihrem Basalstücke unmittelbar auf, während die andern dazwischen liegenden von dem innern (in der Fig. 451 linksrandig stehenden) Hauptstrahl gleichsam Abzweigungen darstellen.

Bei den nackten Amphibien treten besonders am Vorderarm und Unterschenkel, an der Hand und am Fuss manche Modifikationen auf. Pipa u. a. Batrachier besitzen auch eine s. g. Patella brachialis, während die eigentliche Patella fehlt. Ganz allgemein verschmelzen bei ungeschwänzten Batrachiern Radius und Ulna, Tibia und Fibula zu einem gemeinsamen Knochen — Os radioulnare — Os tibiofibulare —. Am Carpus und Tarsus ergeben sich ebenfalls Verschiedenheiten, die durch Verschmelzung oder Reduktion einzelner Theile derselben veranlasst werden.

Bei den geschwänzten Batrachiern und manchen Perennibranchiaten besteht der Carpus aus zwei Querreihen, theils knöcherner, theils knorpeliger Glieder, welche die einfachste Anlage (Fig. 452) der Handwurzel darstellen, von welcher die der höheren Wirbelthiere nur Modificationen durch Verschmelzung und Reductionen einzelner Glieder darstellen. Die erste Reihe besteht aus drei Stücken, einem radialen (*r'*), ulnaren (*u'*) und mittleren oder Zwischenstück (*Intermedium* [*i*]). Die zweite Reihe besteht aus fünf Carpalstücken (*Carpalia*), d. h. soviel, als Finger resp. Mittelhandknochen (*mcp*) zu tragen sind. Zwischen beiden Carpalreihen kommt noch eines (das aus zwei verschmolzen entstanden gedacht wird) zu liegen (*c*), welches das Centrale heisst. Bei den schwanzlosen Batrachiern erfolgen schon Reduktionen, weil erstlich die beiden Vorderarmknochen verschmolzen und dann die Zahl der Finger vermindert ist. Das Intermedium fällt (durch Verschmelzung mit dem Ulnare) hier aus, und das Centrale legte sich an die Aussenseite des Radiale. Die Carpalstücke der zweiten Reihe verschmelzen gleichfalls theilweise mit einander, so dass ihre Zahl sich vermindert. Aehnlich dem Carpus verhält sich der Tarsus der nackten Amphibien. Auch er bildet den Ausgangspunkt für das Verständniss des Tarsus der höheren Thierformen. Er besteht bei den Salamandrinen (Fig. 453) und einigen Perennibranchiaten aus zwei Reihen, von

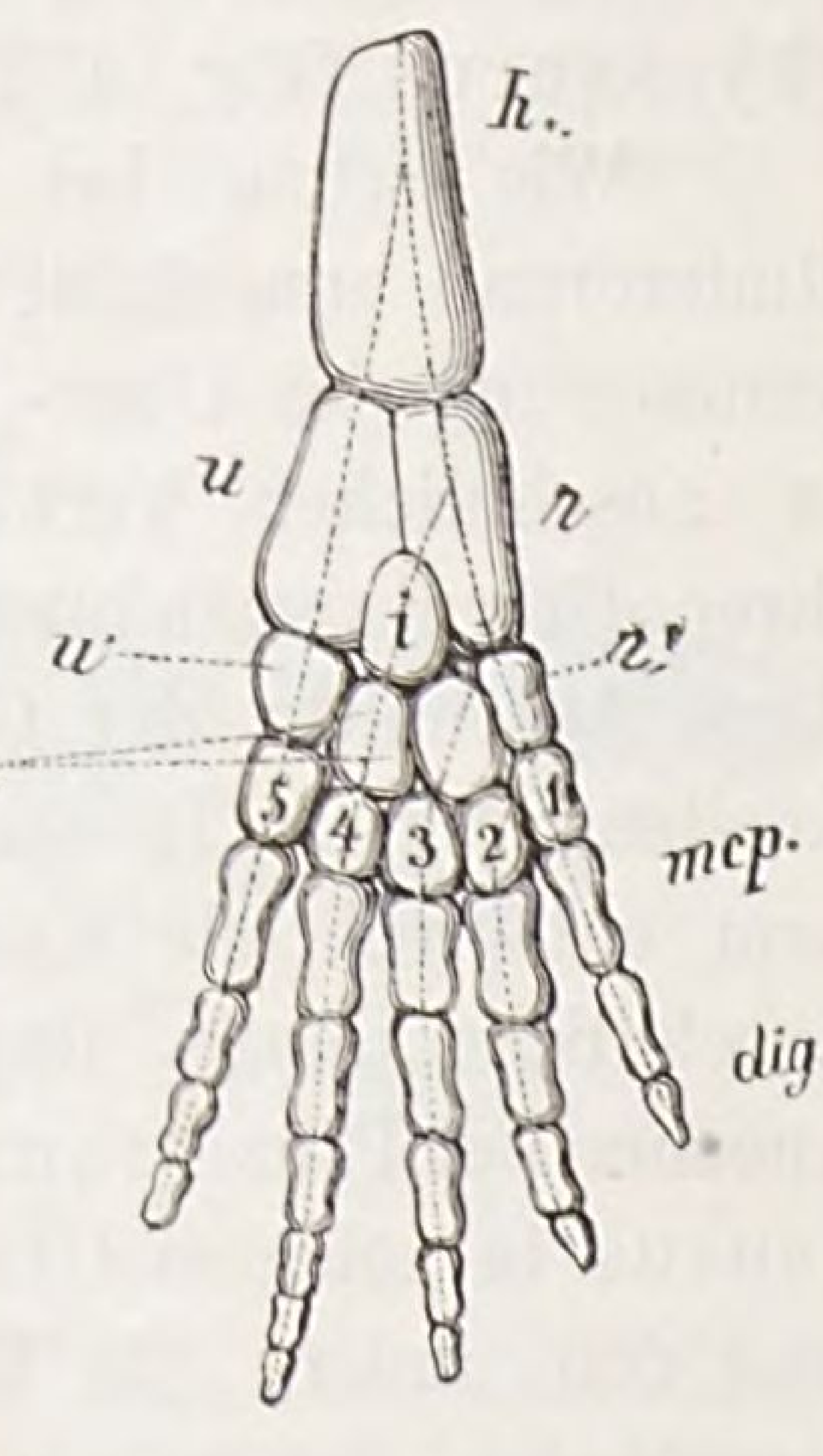


Fig. 452. Schema der vorderen Gliedmasse eines Amphibiums (nach Gegenbaur). *h* Humerus. *r* Radius. *u* Ulna. *r'* Radiales Carpalstück (*Radiale*). *u'* Ulnares Carpalstück (*Ulnare*). *i* Zwischenstück (*Intermedium*. *1—5* Carpalstücke (*Carpalia*), welche die untere Carpusreihe bilden und die Träger der 5 Metacarpalknochen (*mcp*) sind. *dig* Finger.

welchen die erste, die den Unterschenkel trägt, aus drei Stücken, einem tibialen fibularen und einem Zwischenstück (*Intermedium*), — die zweite Reihe aus fünf Tarsalstücken (*Tarsalia*), welche die fünf Mittelfussknochen tragen, gebildet wird, und zwischen welchen beiden Reihen auch noch ein Centrale sich befindet. Bei den ungeschwänzten Batrachiern treten sehr ansehnliche Reduktionen ein, in dem das Intermedium und Centrale ausfallen, das Tibiale und Fibulare (*Astragalus* und *Calcaneus*) zu langen Knochen auswachsen, und die Tarsalia wie Sesambeine an die Plantarseite rücken.

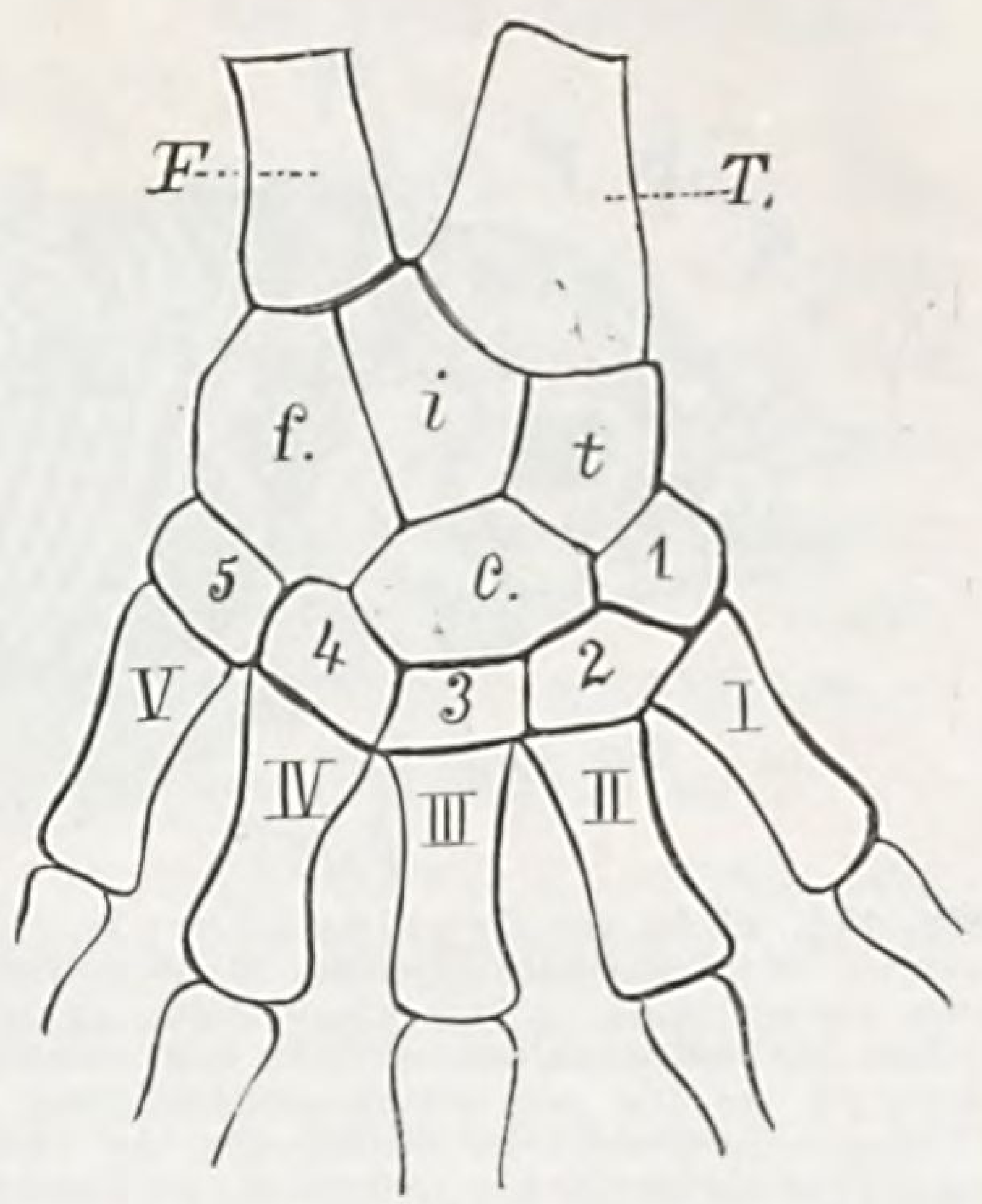


Fig. 453. Fussskelet von Salamandra maculata. *T* Unteres Ende der Tibia. *F* Fibula. *t* Tibiales Tarsalstück (*Tibiale*). *f* Fibulares Tarsalstück (*Fibulare*). *i* Zwischenstück (*Intermedium*). *1—5* fünf Tarsalstücke (*Tarsalia*), welche die zweite Reihe bilden. *c* Centrale, zwischen beiden Tarsalreihen liegend. *I—V* Ossa metatarsi. (Nach Gegenbaur.)

Die Finger und Zehen erleiden bezüglich ihrer Zahl verschiedene Reduktionen, namentlich sind die Finger der Hand bei den Batrachiern meistens auf vier herabgesunken, während die Zehen noch in der 5. Zahl vorhanden sind. Bei andern indess, z. B. Perennibranchiaten können letztere noch in höherem Maasse sich vermindern, als erstere. So sind die Finger bei Proteus auf drei reducirt, die Zehen dagegen auf zwei vermindert.

dd) Von den Gliedmassen der Fische.

Sie werden von den Flossen dargestellt, welche Ruderorgane sind. Ihre Zahl ist meistens grösser, als bei den höheren Thieren, und zerfallen in unpaare und paarige. Die ersteren sind die Rücken-, Schwanz- und Afterflossen; die letzteren die Brust- und Bauchflossen (Fig. 454). Die Brustflossen entsprechen den vorderen, die Bauchflossen den hinteren Gliedmassen der höheren Wirbelthiere.

Die unpaaren Flossen stehen vertical in der Medianlinie des Körpers und vergrössern für die Seitenbewegungen des Körpers die Seitenfläche des letzteren.

Von den paarigen Flossen stehen die Brustflossen auch vertical, die Bauchflossen aber horizontal. Die verschiedenen Flossen und ihre Stellung beziehen sich auf die Vermittlung der Bewegung in verschiedener Richtung, wie seitwärts, nach vorn und auf- und abwärts steigend. Die Brustflossen erreichen bei einzelnen Fischen eine ganz bedeutende Vergrösserung in der Fläche, wie z. B. bei den Rochen, wo ihr vorderes

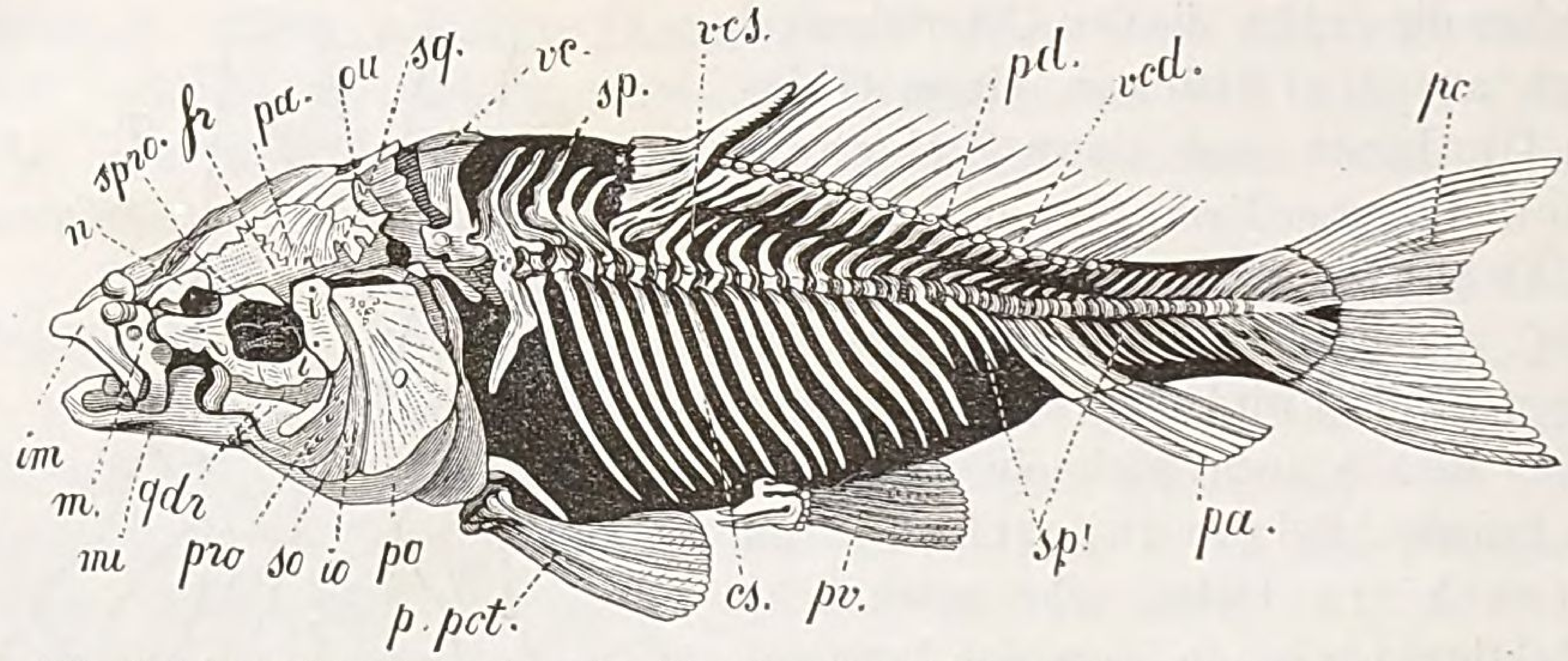


Fig. 454. Skelet von Cyprinus Carpio. Kopf. *o* Os occipitis. *pa* Os parietale. *fr* Os frontale. *n* Os nasale. *m* Os maxillare superius. *mi* Os maxillare inferius. *im* Os intermaxillare. *qdr* Os quadratum. *spro* Ossa supraorbitalia. *i* Ossa infraorbitalia. *sq* Os squamosum. *o* Operculum. *pro* Praeoperculum. *io* Interoperculum. *so* Suboperculum, oft mit dem vorhergehenden zu einem Stück verschmolzen. *po* Postoperculum. Rumpf. *vc* Die zwei ersten verschmolzenen Wirbel. *vcs* Rippentragende Wirbel. *vcd* Caudalwirbel. *sp* Process. spinosi und obere Wirbelbogen. *sp'* Untere Wirbelbogen und Process. spinosi inf. — Gliedmassen. *p.pct* Brustflossen (*Pinnae pectorales*). *pv* Bauchflossen (*Pinnae ventrales*). *pc* Schwanzflosse (*Pinna caudalis*). *pd* Rückenflosse (*Pinna dorsalis*). *pa* Afterflosse (*Pinna analis*).

Ende mit dem Kopfe sich verbindet und die den Rochen eigene breite, flache Kőrpergestalt bedingt. Bei andern, wie bei Trigla, namentlich aber bei dem s. g. fliegenden Fisch (*Exocoetus*) verlängern sich die Brustflossen flügelartig nach hinten, so dass sie bis fast an das Schwanzende reichen und diesen Thieren als Fallschirm dienen, wenn sie sich aus dem Wasser in die Höhe geschnellt hatten, so dass sie etwas in der Höhe sich halten, die Richtung durch Bewegung dieser Flossen bestimmen, aber nicht die Vorwärtsbewegung selbst dadurch steigern können. Bei manchen Fischen, wie Lophius (Fig. 455) und Chironectes sind die Brustflossen armartig gestaltet, was die Thiere befähigt, ans Ufer hervorzukriechen und

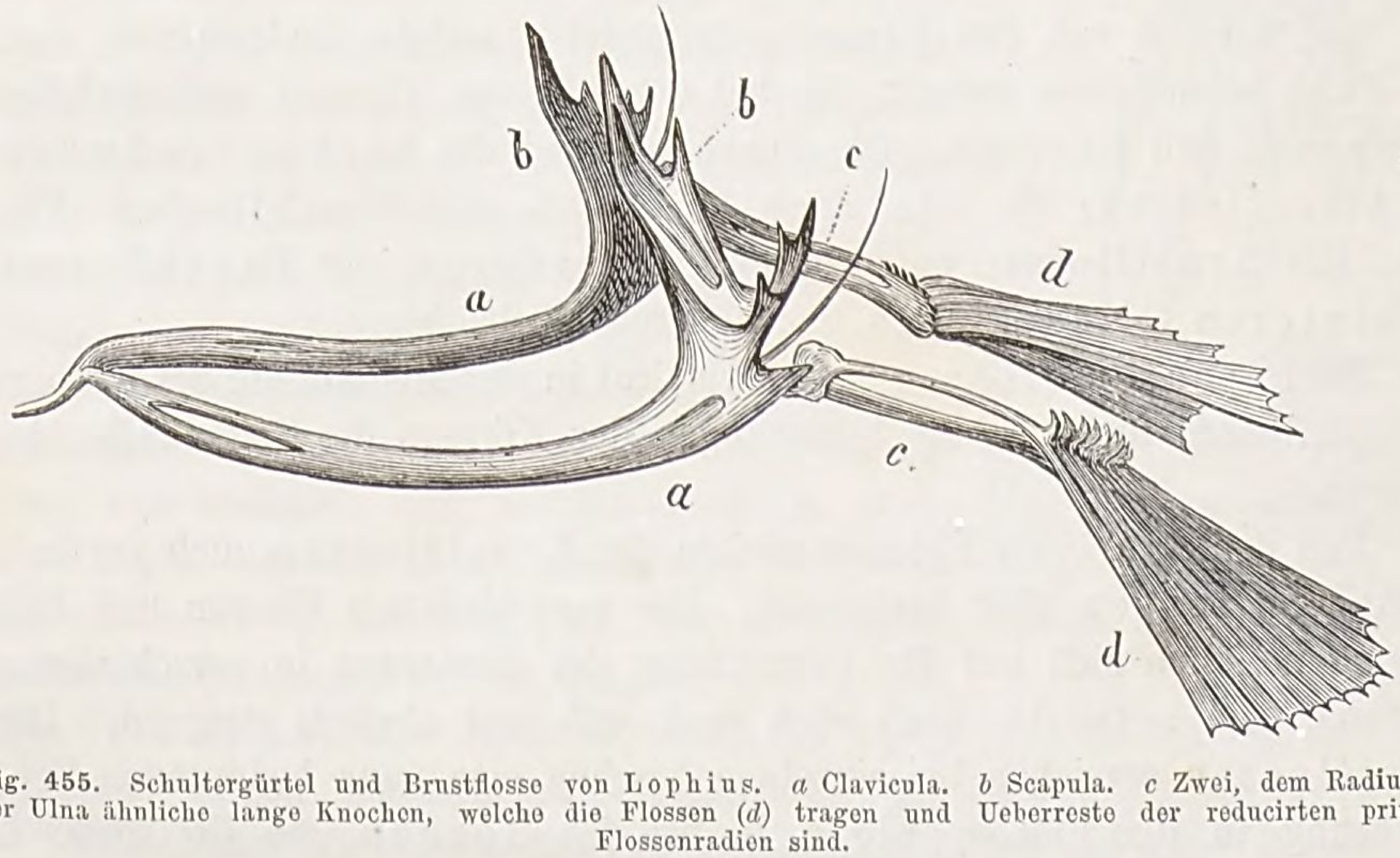


Fig. 455. Schultergürtel und Brustflosse von Lophius. *a* Clavicula. *b* Scapula. *c* Zwei, dem Radius und der Ulna ähnliche lange Knochen, welche die Flossen (*d*) tragen und Ueberreste der reducirten primären Flossenradien sind.

längere Zeit daselbst sich aufzuhalten, da die Enge ihrer Kiemenspalten ihre Kiemen vor zu rascher Austrocknung schützt.

Die Bauchflossen zeigen eine grosse Wandelbarkeit ihrer Befestigungsstellen; von der Gegend nahe beim After können sie bis unmittelbar hinter die Brustflossen, ja selbst vor die letzteren (Kehlflossen) sich versetzen. Bemerkenswerth sind manche Umwandlungen, welche die Bauchflossen erfahren können. So z. B. die Verwachsung derselben zu einer Scheibe bei Cyclopterus, an welche sie sich anheften. Einen verwandten Haftapparat trägt der s. g. Schiffshalter (*Echeneïs*) auf dem Scheitel, welcher aus einer Umwandlung der Rückenflosse hervorgegangen ist.

Was den Bau betrifft, so bestehen die unpaaren Flossen aus einer verschiedenen Anzahl stabförmiger Knochen oder Knorpelstücke, welche von der in eine mediane Falte erhobenen äusseren Bedeckung — Flossenhaut — überzogen sind und Flossenstrahlen heissen. Sie werden an der Rücken- und Afterflosse (Fig. 454 *pd pa*) von besondern, nach unten spitz auslaufenden Knochenstücken getragen — Flossenträger —, welche an die obern und untern Dornfortsätze der Wirbel geheftet sind. An der Schwanzflosse fehlen sie, da die Flossenstrahlen unmittelbar sich auf die obern und untern Dornfortsätze der letzten Schwanzwirbel stützen. Die Skeletstücke dieser unpaaren Flossen gehen aus Ossifikationen der äusseren Bedeckung hervor, welche in verschiedenem Grade erfolgen, auch wohl ausbleiben. Daher manche Fische an ihrer Stelle nur eine mediane Hautfalte tragen.

Die paarigen Flossen, welche man nicht mit Unrecht den Gliedmassen der höheren Thiere vergleicht, zeigen eine auf Kosten der übrigen Abtheilungen reichgliederig entwickelte Hand und Fuss, deren, Finger und Zehen darstellende, Flossenstrahlen aber selten (Bauchflossen bei Lophius, Fig. 456) in so kleiner Zahl, als die Finger und Zehen noch in der Flosse von Ichthyosaurus (Fig. 451) vertreten waren, vorhanden sind, vielmehr ist dieselbe sehr vergrössert, so dass die Aehnlichkeit mit Hand und Fuss nahezu ganz sich verwischt, was noch gesteigert wird durch die Verkümmerung der dem Vorderarm und Unterschenkel, dem Oberarm und Oberschenkel entsprechenden Träger derselben, die zu einfachen, die Basis der Flosse

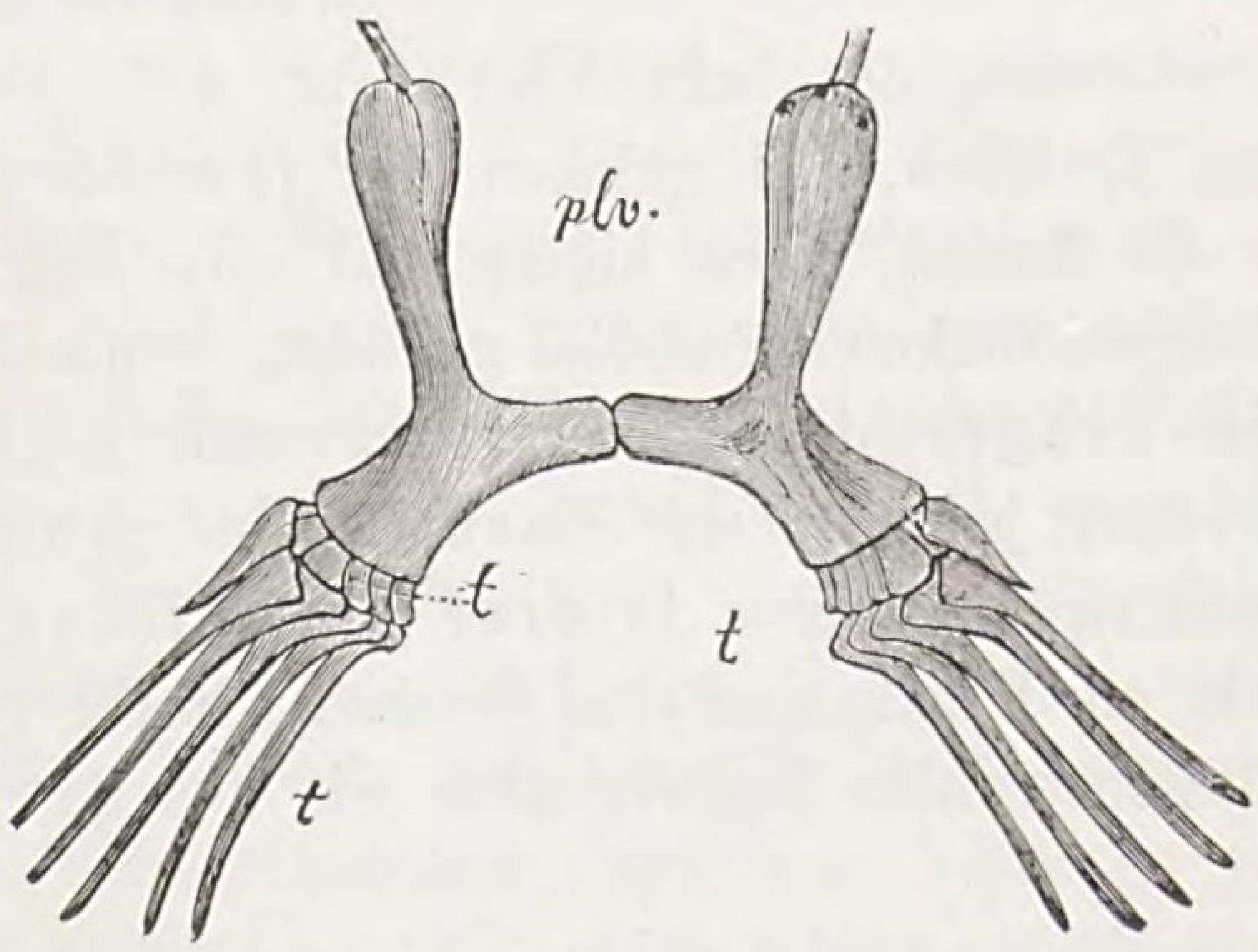


Fig. 456. Träger der Bauchflossen (Becken) vom Lophius. *plv* Beckengürtel. *t* Bauchflosse.

bildenden Stücken (*Basalia*) herabgesunken sind und nur schwierig die ursprünglichen Beziehungen zu dem Gliedmassenskelet der höheren Thiere erkennen lassen. Die über die Normalzahl der sonstigen Finger auftretenden gegliederten Flossenstrahlen, welche der Flosse eine grössere Flächenausbreitung verleihen sollen, setzen sich theils an die laterale (nicht digitale) Seite des dem Humerus entsprechenden Basalstückes, theils stützen sie sich auf, neben dem humeralen Basalstücke noch auftretende zwei accessorische Basalia, die aus einer Umwandlung und Verschmelzung der obersten Glieder solcher Flossenstrahlen hervorgingen, welche, anstatt lateral am humeralen Basale, am Schultergürtel selbst sich ansetzten. So kommt es, dass die Flosse, z. B. bei Selachiern, schliesslich eine solche Form und Zusammensetzung erhält (Fig. 457), dass auch eine entfernte Aehnlichkeit mit der Hand der höheren Thiere zu fehlen und die Zurückführung auf den Plan, nachdem die Hand der letzteren angelegt sich zeigt, unmöglich scheint. Dazu kommt noch weiter, dass bei den Knochenfischen die Flossenstrahlen der paarigen Flossen ebensowohl, als bei den unpaaren Flossen, aus Ossificationen der äussern Bedeckung, d. h. der Flossenhaut entstanden, also secundäre Bildungen des Flossenskelets sind.

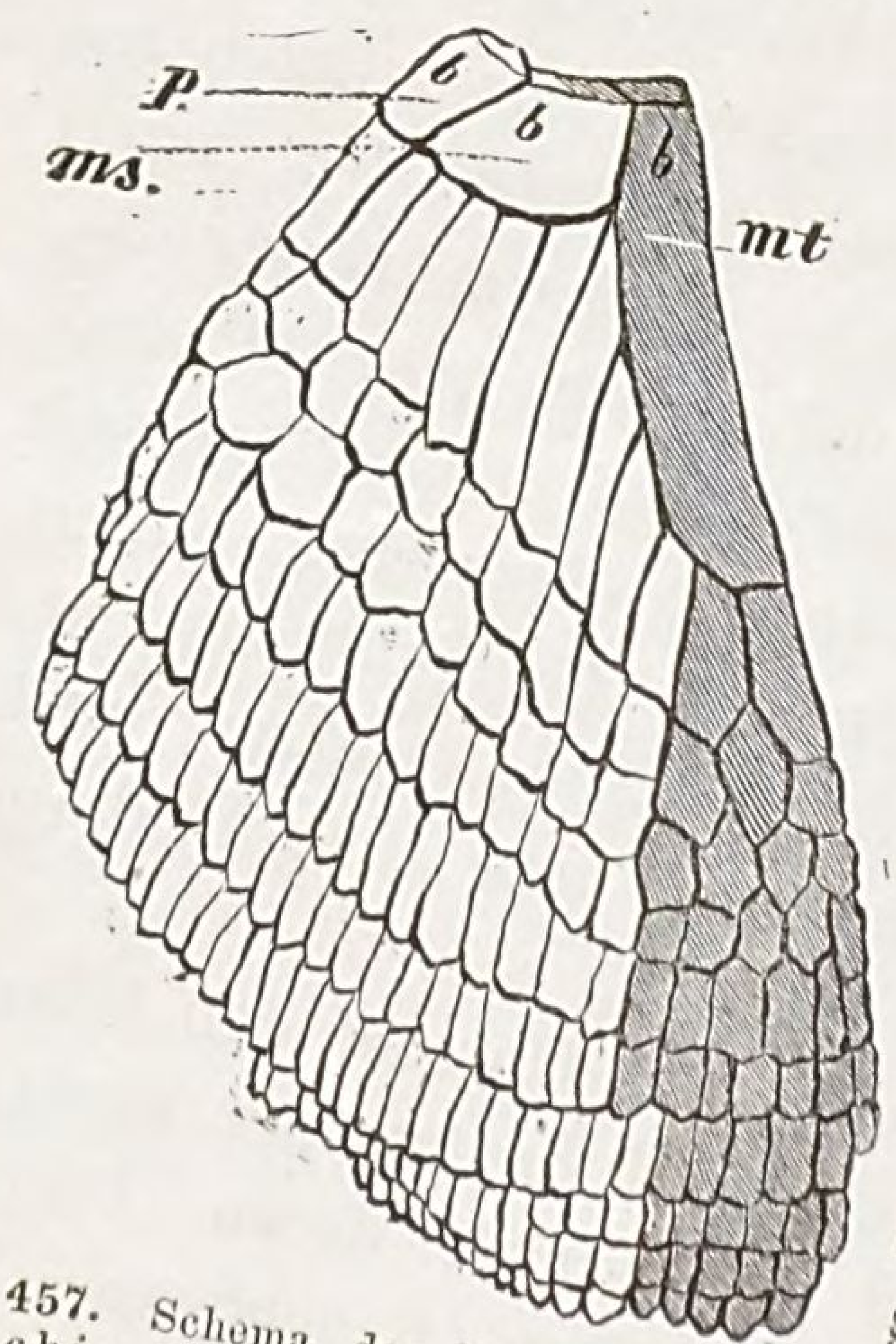


Fig. 457. Schema der Brustflosse eines Selachiers (nach Gegenbaur). *b* Basalia. *p* Propterygium. *ms* Mesopterygium. *mt* Metapterygium.

Und dennoch lässt sich in diese scheinbar so differente Gliedmassenbildung ein Ausgangspunkt für das Verständniss des Planes gewinnen, nachdem das Skelet der Gliedmassen der höheren Wirbelthiere angelegt ist. Es ist ein Verdienst Gegenbaur's[1]), diesen Grundplan genauer beleuchtet zu haben. Die Brustflossen der Selachier (Fig. 457) liefern diesen Ausgangspunkt. Bei den Rochen, bei welchen die Brustflosse eine so bedeutende Ausdehnung in die Breite, nach hinten und vorn hat, wird die Basis aus drei grossen Knorpelstücken (*Basalia*) gebildet, welche, an den Schultergürtel angelenkt, die Träger der äusserst zahlreich gegliederten Flossenstrahlen abgeben, so dass jedes dieser Basalia eine gewisse Zahl von Strahlen trägt, und dadurch die Flosse in drei Abtheilungen sich scheiden lässt, von denen jede ein Basale und eine gewisse Anzahl von diesen getragener, gegliederter Flossenstrahlen besitzt, also wie aus drei Einzelflossen gebildet erscheint.

[1]) Vergl. dessen Untersuchungen zur vergl. Anatomie der Wirbelthiere. 1. u. 2. Heft. Leipzig 1864.

Gegenbaur bezeichnet diese drei Abschnitte der Selachierflosse Propterygium (*p*), Mesopterygium (*ms*) und Metapterygium (*mt*). Bei den Rochen sind alle drei sehr entwickelt, während bei den Haien (Fig. 457) das Propterygium entweder gar nicht oder nur schwach ausgebildet zu sein pflegt. Ja bei manchen kann auch das Mesopterygium verkümmern oder selbst ganz in Wegfall kommen. Nur das Metapterygium fehlt niemals, stellt demnach den beständigen Haupttheil des Flossenskelets dar, der den Ausgangspunkt zur Vergleichung der Flossen mit den Gliedmassen der höheren Thiere gewährt.

Wo das Metapterygium allein die Flosse bildet, stellt es einen, aus gegliederten Knorpelstücken zusammengesetzten Stamm dar, der mit dem Schultergürtel durch Gelenk verbunden ist und nicht blos digital, sondern auch an beiden Seiten mit gegliederten Flossenstrahlen oder Radien besetzt zu sein pflegt. Diese Form von Flosse, die nur in einzelnen Fällen (z. B. bei Cerotodus) sich noch vorfindet, betrachtet Gegenbaur als die Grundform, welche den ersten und niedersten Zustand des Flossenskelets darstelle, daher von ihm Archipterygium bezeichnet wurde.

Bei den Ganoiden findet sich nicht allein die schon bei den Haien bemerkte Reduktion des Brustflossenskelets, sondern es werden nun auch die peripherischen Enden der Flossenstrahlen von der Rückbildung ergriffen, so dass die Radien kürzer und ihre Zahl kleiner wird. Diese Reduktion des primären Flossenskelets wird indess wieder ersetzt und ergänzt durch sekundäre Knochenbildungen, welche, den Knochenstrahlen der unpaaren Flossen ähnlich, aus Ossifikationen der Flossenhaut entstehen.

Diese Anordnung bei den Ganoiden bildet den Uebergang und das Verständniss zu den Einrichtungen, welche das Brustflossenskelet der Knochenfische zeigt. Hier ist die Reduktion des Flossenskelets noch sehr viel weiter geführt. Die primären Radien sind nahezu geschwunden; von dem ganzen primären Stützapparat der Brustflosse ist nur eine kleine Anzahl (4—5), meistens gleichartig geformter Stücke übrig (Fig. 458 *g*). Sie geben die Stütze für das sekundäre Skelet der Flossenstrahlen (*h*) ab. Bei Lophius u. a. (Fig. 455 *c*) sind solcher Stücke nur zwei vorhanden, die, sehr in die Länge entwickelt, einem Vorderarm nicht unähnlich sind und der ganzen Brustflosse eine gewisse Armähnlichkeit verleihen. Basalstücke lassen sich nur bei Wenigen und auch da nur schwer auf ihre ursprüngliche Beziehung zurückführen. Bei den Cyprinoiden u. a. wird die Brustflosse von drei Basalstücken gestützt (Fig. 458), die man dem Humerus und den beiden Vorderarmknochen (Radius u. Ulna) zu vergleichen pflegt. Bei andern (Lophius u. a.) (Fig. 455) fehlen solche gänzlich, dafür sind aber die Flossen von zwei langen, dem Radius und der

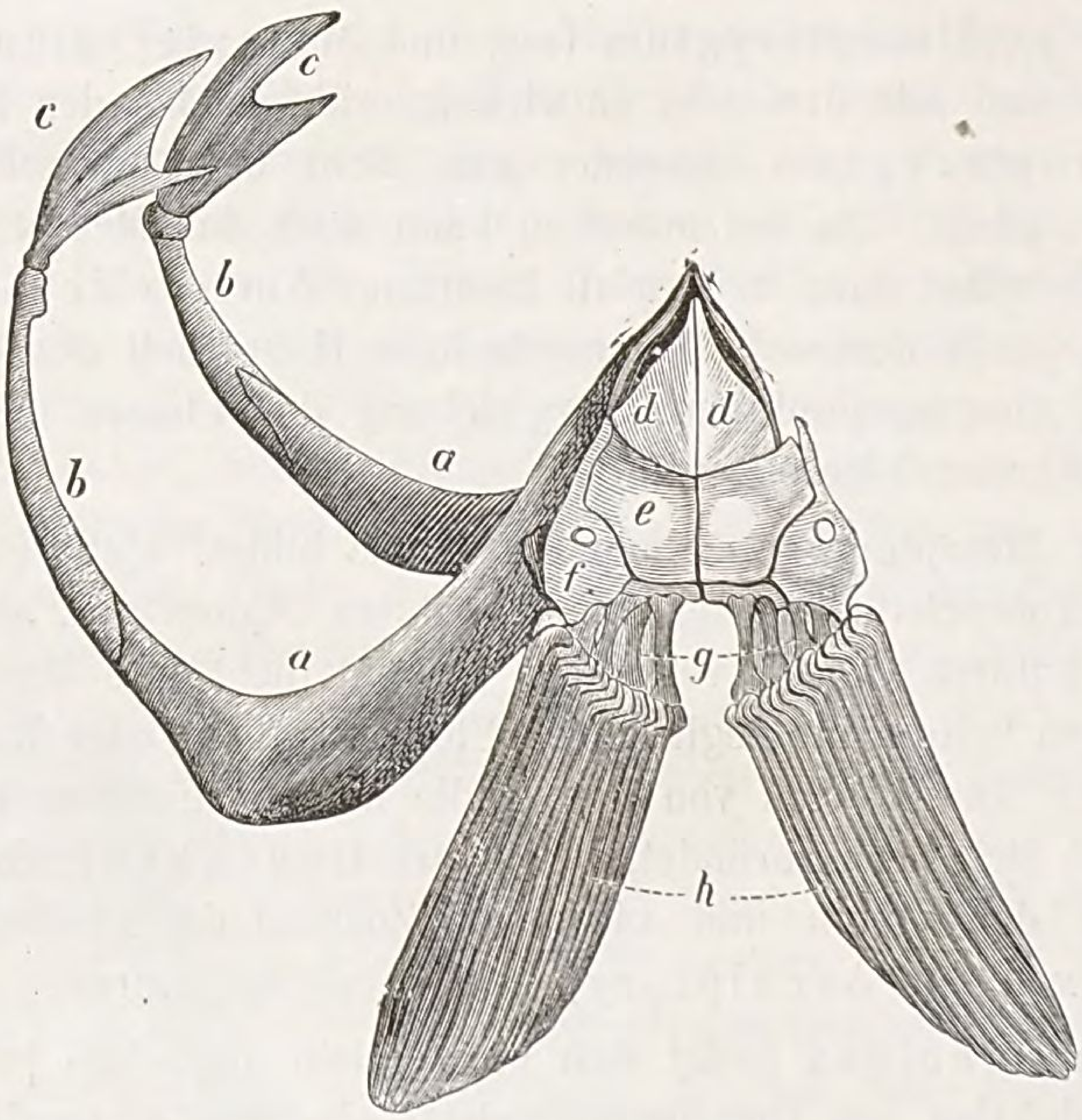


Fig. 458. Brustflosse vom Karpfen (*Cyprinus Carpio*). *a* Clavicula. *b* Scapula. *c* Suprascapulare. *d e f* Basalstücke, von denen *d* dem Humerus, *e* u. *f* dem Radius und der Ulna verglichen werden. *g* längliche kleine Knochenstücke, welche das secundäre Skelet der Flosse (*h*) tragen und Ueberreste des primären Stützapparates der Flosse sind.

Ulna ähnlichen, Knochen getragen, welche Ueberreste der reducirten primären Flossenradien sind.

Für den Bau der Bauchflossen (Fig. 454 *pv*) gilt das Gleiche, was oben über die Brustflosse festgestellt wurde. Ihr Skelet ist bei den Selachiern von ähnlicher Einrichtung und gewährt denselben Ausgangspunkt für den Vergleich mit der hinteren Extremität der höheren Thiere, als die Brustflosse den mit der vorderen gestattete. Bei der überhaupt geringen Ausbildung der ganzen Bauchflosse ist indess das Propterygium nicht zur Ausbildung gekommen; auch das Mesopterygium ist nur rudimentär geblieben (aus dem Basale und wenigen Radien bestehend), so dass das Metapterygium wie derjenige Abschnitt ist, welcher entweder hauptsächlich oder ausschliesslich das Skelet der Flosse bildet. Auch findet bei den Ganoiden eine der peripherischen Rückbildung der Brustflosse ähnliche Reduktion ihres Skelets statt, was dann wieder den Uebergang zu dem Bauchflossenskelet der Knochenfische anbahnt. Wie bei der Brustflosse, so wird auch bei der Bauchflosse die Reduktion des primären Flossenskelets durch sekundäre Knochenbildungen der Bedeckung ergänzt.

Rückblick.

Sehen wir auf das Gliedmassenskelet der verschiedenen Wirbelthiere noch einmal zurück, so ist bei aller Verschiedenheit und Mannigfaltigkeit, wie sie Verschiedenheit der Leistung u. dgl. bedingen konnte, doch ein Grundplan, nachdem sie angelegt sind, nicht zu verkennen. Denselben birgt das Metapterygium (Fig. 459) der Brustflosse der Selachier oder, wo dieses allein die Flosse bildet, das Archipterygium (Gegenbaur). Die von der Flosse dargestellte Hand besteht indess hier zum Behufe der Bildung einer breiten Ruderfläche noch aus einer grossen Anzahl von Fingern d. h. Flossenstrahlen, ist also eine polydactyle Hand. Auch ist die Gliederung der Strahlen noch eine sehr viel reichlichere, als bei den höheren Wirbelthieren die der Finger zu sein pflegt. Ein Skeletstück — Basale — von noch mehr gedrungener Gestalt bildet den Träger dieser fingerreichen Hand und vermittelt die Verbindung mit dem Schultergürtel. Das Gleiche gilt auch für die Bauchflosse, die das Homologon der hintern Gliedmassen höherer Wirbelthiere ist.

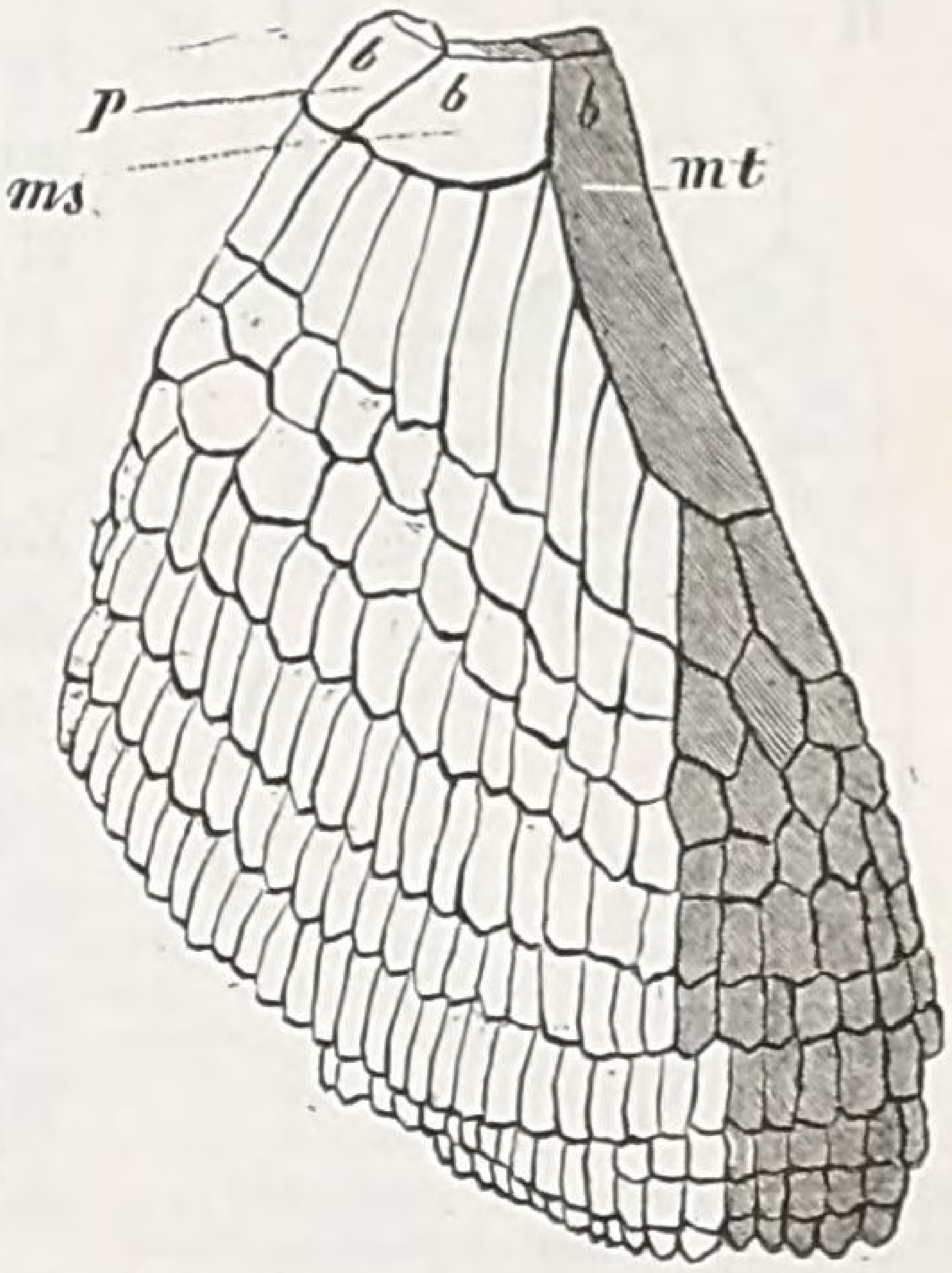


Fig. 459. Schema der Brustflosse eines Selachiers (nach Gegenbaur). *b* Basalia. *p* Propterygium. *ms* Mesopterygium. *mt* Metapterygium.

Bei den Enaliosauriern, bei welchen die Zahl der Finger und Zehen bedeutend sich vermindert hat, sonst aber die Flossen noch fischähnlich gebaut sind, wird der Uebergang zu der pendactylen Gliedmassenform der höhern Wirbelthiere vorbereitet, indem die Zahl der Flossenstrahlen, d. i. die der Finger bei Ichthyosaurus (Fig. 451) auf 6, bei Plesiosaurus sogar auf 5 reducirt wird, und aus den ersten Gliedern der beiden randständigen Flossenstrahlen die beiden Skeletstücke des Vorderarmes (Radius u. Ulna) und des Unterschenkels (Tibia u. Fibula) hervor sich bilden.

Bei den übrigen Amphibien tritt die 5fingerige Gliedmassenform definitiv auf. Die beiden Vorderarmknochen (Radius u. Ulna) und die beiden des Unterschenkels (Tibia u. Fibula) sind bestimmter von der Hand und dem Fuss unterscheidbar. Die Gliederzahl der letztern ist bedeutend vermindert und durch Differenzirung in Carpus, Metacarpus und eigentliche Digiti gesondert.

Der hier zuerst auftretende Carpus und Tarsus kann als die primitive Form angesehen werden. Es besteht der Carpus (Fig. 460)

aus zwei Querreihen und einem Zwischenstück. Die oberste (proximale) Querreihe des Carpus wird gebildet aus einem unter dem Radius liegenden Stück — Radiale — einem auf die Ulna folgenden — Ulnare — und einem Zwischenstück — Intermedium. — Die zweite (distale) Reihe besteht aus 5 Stücken (*Carpalia*), entsprechend den 5 zutragenden Metacarpalknochen. Zwischen beiden Reihen liegt noch ein Centrale, das indess hypothetisch in zwei (Centralia) getheilt gedacht wird (Fig. 452 *c*). Der Tarsus (Fig. 461) wird, wie der Carpus, auch aus zwei Querreihen und einem Zwischenstück zusammengesetzt. Auch hier besteht die oberste Querreihe aus drei Stücken, einem Tibiale, Fibulare und Intermedium, — die untere Querreihe aus fünf Tarsalia, welche die fünf Mittelfussknochen tragen, und zwischen beiden Reihen befindet sich noch ein Centrale. Wo besondere Leistungen eine Abänderung, beziehungsweise eine Verminderung nothwendig machen, kann solche durch Verschmelzung einzelner Stücke untereinander oder der beiden Reihen mit nachbarlichen Knochen, mit denen des Unterschenkels und Mittelfusses, wie bei Vögeln, erzielt werden. Wo die Zahl der zu tragenden Finger sich vermindert, können einzelne Carpal- oder Tarsalstücke auch ganz in Wegfall kommen, was aber nur die Knochen der zweiten Carpal- und Tarsalreihe, wie die Glieder der obern Reihe treffen kann. Die Verminderung der Zahl der Glieder der untern Carpalreihe kann auch dann eintreten, wenn die Fünfzahl der Finger zwar noch vorhanden ist, aber die Hauptleistung nur auf einigen davon ruht und die andern, mehr wie Nebenfinger fungirend, schwächer ausgebildet sind. Darauf beruht es, dass beim Krokodil, dessen Hand zwar fünf Finger besitzt, wo aber nur die drei innern kräftig ausgebildet sind und sonach gleichsam Hauptfinger darstellen, dem entsprechend die Carpalia auf zwei reducirt sind. Neben diesen typischen Stücken können auch accessorische noch auftreten, wie am Carpus das Os pisiforme, das den Werth eines Sesambeins hat, ein solches darstellt.

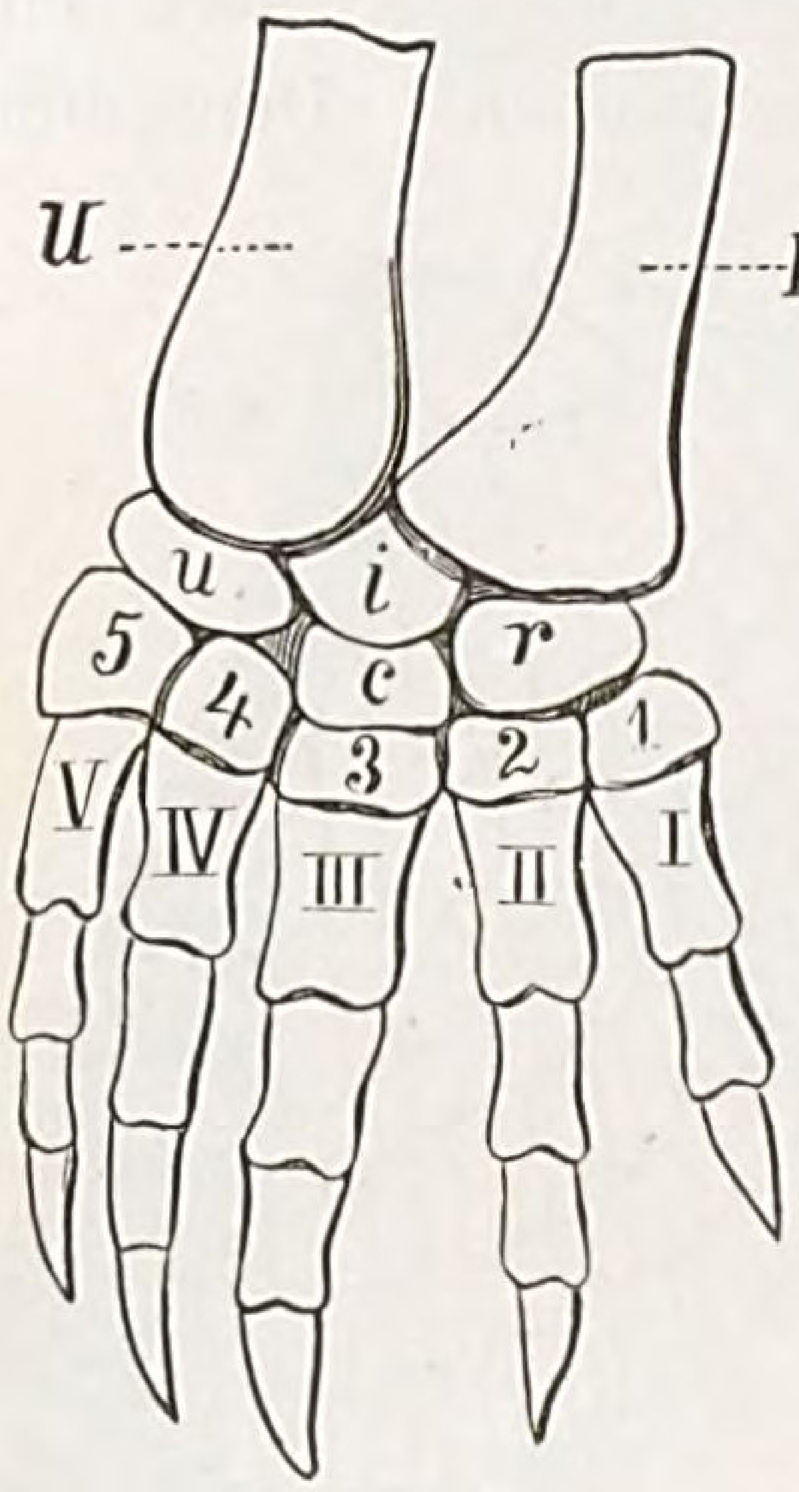


Fig. 460. Handskelet von Chelydra. *U* Ulna. *R* Radius. *h* Radiales Stück (*Radiale*) der ersten Reihe der Knochen des Carpus. *u* Ulnares Carpalstück derselben Reihe (*Ulnare*). *i* Zwischenstück (*Intermedium*). *1—5* Einzelglieder der zweiten Carpalreihe (*Carpalia*). *c* Centrale, zwischen beiden Carpalreihen liegend. *I—V* Ossa metacarpi. (Nach *Gegenbaur*.)

Bei den Säugethieren und dem Menschen ist die Zahl der Carpalknochen selten 9 (wie bei Lepus), sondern meistens nur 8, oder selbst noch kleiner, was theils durch die Verminderung der Zahl der Finger und Zehen, theils durch Verschmelzung einzelner Carpalstücke ver-

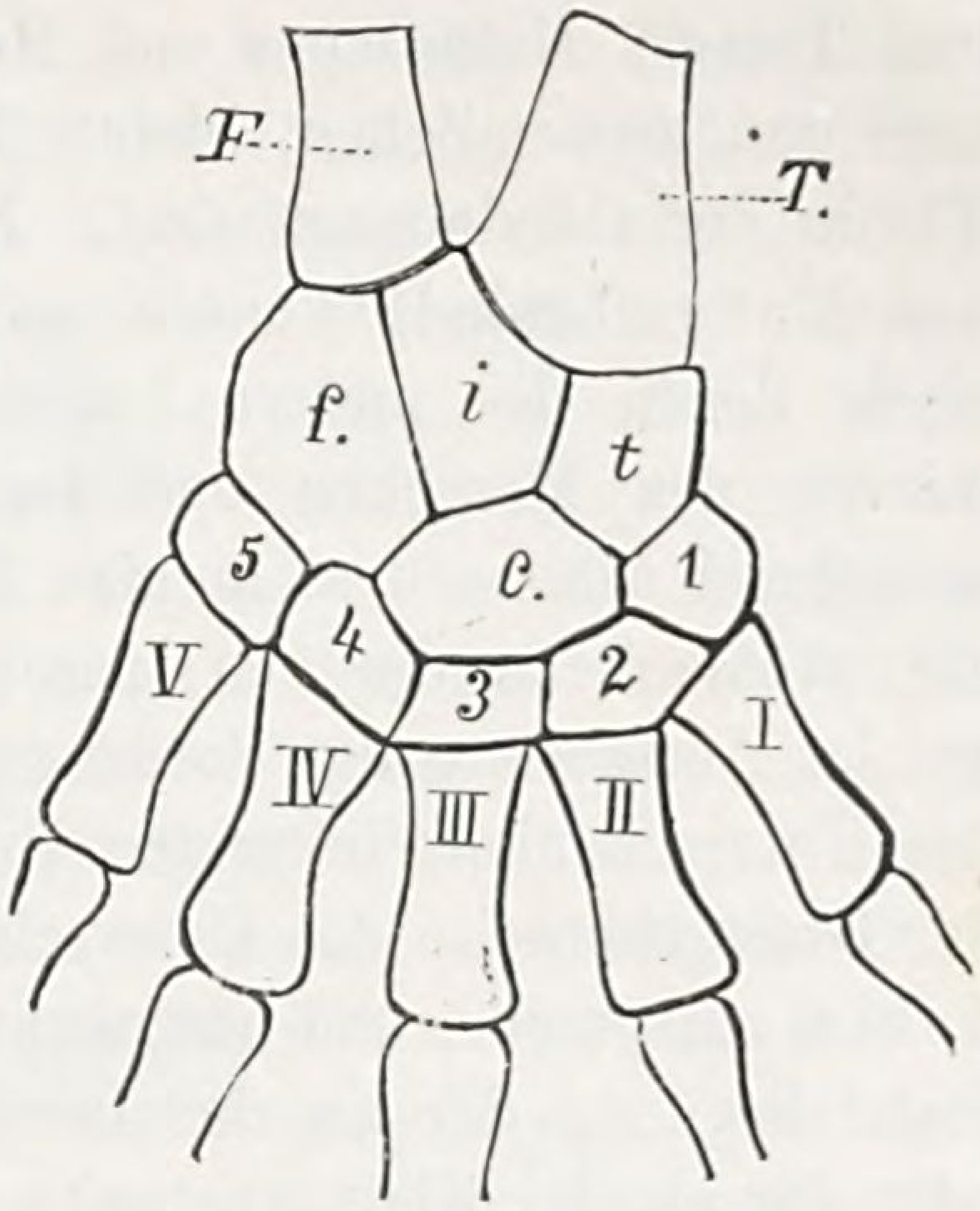


Fig. 461. Fussskelet von Salamandra maculata. *T* Unteres Ende der Tibia. *F* Fibula. *t* Tibiales Tarsalstück (*Tibiale*). *f* Fibulares Tarsalstück (*Fibulare*). *i* Zwischenstück (*Intermedium*). *1—5* fünf Tarsalstücke (*Tarsalia*), welche die zweite Reihe bilden. *c* Centrale, zwischen beiden Tarsalreihen liegend. *I—V* Ossa metatarsi. (Nach Gegenbaur.)

anlasst wird. So verschmelzen sehr allgemein das Carpale 4 und 5 zu dem Os hamatum und das Carpale 3 mit dem Centrale zu dem Os capitatum, so dass der Carpus, wenn man von dem accessorischen Os pisiforme absieht, aus sieben Knochen gebildet wird, wovon drei die obere Reihe und vier die untere bilden. Das Radiale (Fig. 460) des primitiven Carpus wird zum Naviculare, das Ulnare zum Triquetrum und das Intermedium zum Lunatum der höhern Wirbelthiere und des Menschen. Von den vier Knochen der zweiten Reihe entspricht das Carpale 1 dem Multangulum majus, das Carpale 2 dem Multangulum minus, das Carpale 3 mit dem Centrale dem Capitatum und das Carpale 4 und 5 dem Hamatum.

Die neun Stücke des primitiven Tarsus (Fig. 461) erleiden ähnliche Verminderung durch Verschmelzung einzelner derselben. Von den Knochen der oberen *(femoralen)* Tarsalreihe wird das Tibiale zum Naviculare, das Intermedium mit dem Centrale verschmelzend, zum Astragalus und das Fibulare zum Calcaneus. Von den 5 Tarsalia verschmelzen das Tarsale *4* u. *5* zu dem, dem Hamatum homologen Cuboïdeum, während die Tarsalia *1—3* die Oss. cuneïformia *I—III* bilden. Nach Gegenbaur geht der Astragalus aus Tibiale und Intermedium, und das Naviculare aus dem selbständig bleibenden Centrale hervor. Da nun am Tarsus ein, dem Os pisiforme der Handwurzel entsprechender accessorischer Knochen nicht vorkommt, so besteht derselbe, statt aus 8, nur aus 7 Knochen, deren Zahl aber auch sich vermindern kann, wenn die Zahl der zu tragenden Zehen kleiner wird.

Vergleichung der vorderen und hinteren Gliedmassen.

Bei schon oberflächlicher Betrachtung der vordern und hintern Gliedmassen ist nicht zu verkennen, dass der Oberarm dem Oberschenkel, der Ellenbogen dem Knie, der Unterarm dem Unterschenkel und die Hand dem Fusse entsprechen und die einzelnen Abtheilungen der letztern einander sehr ähnlich sind. So unterliegt es gar keinem Zweifel, dass Carpus

und Tarsus, Metacarpus und Metatarsus, und die Finger und Zehen, Daumen und grosse Zehen, kleiner Finger und kleine Zehen u. s. w. homologe Theile der Gliedmassen sind. Nur bezüglich der Knochen des Unterarms und Unterschenkels konnte man im Zweifel sein, welcher der beiden des einen denen des andern homolog sei. Denn, wenn wir, von den Gliedmassen des Menschen und der demselben zunächst stehenden Säugethiere ausgehend sehen, dass an der Hand der Daumen der äussere Finger ist, die grosse Zehe dagegen innen ihre Lage hat, so ist es fraglich, ob der an der Aussenseite des Vorderarms liegende Radius der an derselben Seite des Unterschenkels liegenden Fibula entspreche, oder ob derselbe der an der Grosszehenseite des Unterschenkels, also an der inneren Seite liegenden Tibia entspreche, und umgekehrt, ob die Ulna, an der Kleinfingerseite der Hand liegend, der an der Innenseite des Unterschenkels liegenden Tibia oder der an der Kleinzehenseite des Fusses liegenden Fibula homolog sei.

Bei der Beurtheilung der Homologie der Skelettheile des Vorderarms und Unterschenkels spielte Olecranon und Patella eine wichtige Rolle. Denn da die Homologie vom Ellenbogengelenk und Kniegelenk über jeden Zweifel erhaben war, so glaubte man auch nicht über die Homologie von Olecranon und Patella im Zweifel sein zu dürfen. Viele (Winslow, Vicq-d'Azyr, Bourgery, Cruveilhier u. A.) sehen daher die Patella für ein abgelöstes Olecranon der Tibia und das Olecranon für eine mit der Ulna verwachsene Patella des Armes an. Consequenter Weise musste daher auch die Ulna als ein der Tibia homologer Skelettheil und demgemäss der Radius als der Fibula entsprechend angesehen werden. Allein nicht in Einklang damit war zu bringen, dass die das Olecranon tragende Ulna an der Kleinfingerseite liegt, während die, die Patella tragende Tibia an der Grosszehenseite sich befindet. Es musste diess die Zweifel an der Richtigkeit dieser Homologie mehr und mehr steigern, und der Umstand, dass die Entwicklungsweise der Patella nicht mit der des Olecranon übereinkommt, führte schliesslich Andere (Bertin, Chenal, Owen u. A.) zu der entgegenstehenden Ansicht, dass die Patella nämlich nicht dem Olecranon homolog sei, vielmehr nur ein Sesambein sei, das ähnlich in die Sehne des gemeinschaftlichen Unterschenkelstreckers eingelegt sei, als solche auch anderwärts (an der Fusssohle, am Ellenbogengelenk u. s. w.) in Sehnen eingelegt sich finden.

Die meiste Aufklärung über die Homologie der Gliedmassen brachte indess die von Martin[1]) aufgestellte Torsionstheorie des Humerus,

[1]) Nouvelles Comparaisons des membres pelviens et thoraciques chez l'homme et chez des mammifères, déduites de la torsion de l'Humerus. En Mém. de l'Acad. des sciences et lettres de Montpellier. Tom. III — ferner in Annal. des sc. nat. 3ième Sér. T. VIII pag. 45 —.

welcher sich Gegenbaur[1]) angeschlossen hat. Nach dieser Theorie sollte der Humerus um seine Längsaxe der Art eine Drehung vollführt haben, dass sein unteres Ende und der damit in Verbindung stehende Unterarm, nebst der von diesem getragenen Hand mit der Beugefläche nach vorn und mit der Streckseite rückwärts sehend, zu stehen kommen, und so die differente Lage von Daumen und grosser Zehe bedingt werde. Da indess diese Abänderung der Lage der Beugeseite des Ellenbogens und Vorderarms, wodurch die vordere Gliedmasse allerdings mehr befähigt wurde, zum Ergreifen und Umfassen anderer Objekte zu dienen, — die Hand in eine für die Locomotion weniger günstige Stellung bringen musste, so war noch eine zweite, die erstere compensirende Drehung (*Pronatio antibrachii*) am Vorderarm erforderlich geworden, um die Hand in die primitive Stellung, d. h. in die des Fusses wieder zu bringen. Diese zweite Drehung ist aber nicht, wie die des Oberarms, eine fixirte, sondern es kann Vorderarm und Hand jeden Augenblick (wenigstens beim Menschen und den Affen) wieder eine Zurückdrehung (*Supinatio*) vollführen und dadurch die Stellung der Hand, wie sie durch die Drehung herbeigeführt wurde, wieder aufheben.

Wenn die Verschiedenheiten, welche die Stellung der Hand und des Fusses zeigen, von der unterstellten Torsion des Humerus abhängen, so muss die künstliche Retorsion Hand, Vorderarm und Ellenbogen in die Lage wieder bringen, in welcher die entsprechenden Theile der hintern Extremität sich befinden. Es muss die Retorsion gleichsam der Prüfstein für die Richtigkeit der Torsionstheorie sein. Und in der That kommt durch die Retorsion die Streckfläche des Ellenbogens mit dem Olecranon nach vorn und die Ellenbogenbeuge, gleich der Kniekehle, nach hinten zu liegen. Der Radius, der vorher am Vorderarm aussen lag, liegt jetzt, wie die Tibia, nach innen, und in gleicher Weise befindet sich die Ulna, die vorher innen war, nun, wie die Fibula, aussen. Ebenso ist auch die Stellung der Hand mit der des Fusses übereinstimmend, indem der Daumen, gleich der grossen Zehe, innen, und der kleine Finger, entsprechend der kleinen Zehe, aussen ihre Lage haben. Hiernach unterliegt es auch keinem Zweifel mehr, dass der Radius des Vorderarms der Tibia und die Ulna der Fibula homolog sind.

Bei den Menschen hat zwar der Radius insoweit keine grosse Aehnlichkeit mit der Tibia, als er hier nur einen untergeordneten Antheil an der Verbindung mit dem Oberarm hat, während die Tibia sogar den Oberschenkel allein trägt. Allein bei einem Vergleich einer Anzahl von Thieren findet man in dem Maasse, als die Drehbewegung des Vorderarms in Wegfall kommt und derselbe mehr nur zur tragenden Stütze wird, dass der Radius

[1]) Ueber die Drehung des Humerus, in der Jenaer Zeitschrift. Bd. IV. S. 50.

sich mehr und mehr der Verbindung mit dem Oberarm bemächtigt, bis er (bei Wiederkäuern, Einhufern), wenn er auch nicht, wie die Tibia, der ausschliessliche Träger wird, so doch zum Hauptträger des Humerus sich umgestaltet und dann in seinem Aeussern der Tibia nicht mehr so unähnlich ist.

Auch die Aehnlichkeit zwischen Ulna und Fibula ist sehr gering, ja noch geringer, als die zwischen Radius und Tibia. Die Verschiedenheit beider ist durch die verschiedene Leistung bedingt. Während die Ulna einen Hauptknochen des Vorderarms darstellt, ist die Fibula zu einem schwächlichen Nebenknochen des Unterschenkels herabgesunken, der desshalb auch unfähig war, das Femur noch mit zu tragen. Allein die Ulna kann gleichfalls einer solchen Verkümmerung anheimfallen, nämlich dann, wenn, wie am Unterschenkel, auch der Vorderarm keine Drehbewegung mehr ausführt. Auf der andern Seite kann übrigens auch die Fibula in einzelnen Fällen einer Ausbildung sich bemächtigen, welche sie der Ulna viel ähnlicher erscheinen lässt, als dies gewöhnlich der Fall ist. So kann bei einzelnen Thieren sie an der Verbindung mit dem Femur wieder Theil nehmen und bei andern, z. B. den Monotremen, ihr femorales Ende selbst eine Form erhalten, welche der des Olecranon der Ulna derselben Thiere sehr nahe kommt. Alles dies beweist genügend, dass die Ungleichheit in der äussern Gestalt nicht gegen die Richtigkeit der Homologie dieser Knochen geltend gemacht werden kann. Wenn man nun sieht, dass der mit seinem humeralen Ende neben der Ulna liegende Radius bei einzelnen Thieren allmählig mehr der Verbindung mit dem Humerus sich bemächtigt und dabei aus der Lage neben der Ulna in diejenige vor dieser übergeht, so dass er vor die Ulna schliesslich zu liegen kommt, so muss man anerkennen, dass hier auch eine Lageverschiebung erfolgt ist.

Diese Thatsache war es wohl, welche Albrecht[1]) darauf führte, die ganze Differenz, welche zwischen vorderer und hinterer Gliedmasse sich ergibt, ausschliesslich auf Verschiebung der Lage beider Vorderarmknochen zurückzuführen, und die Torsionstheorie für unrichtig und desshalb unhaltbar zu erklären. Nach Albrecht behält der Humerus seine ursprüngliche Lage, dagegen erleiden Radius und Ulna eine gegenseitige Lageverschiebung, wodurch diejenigen Verschiedenheiten allein hervorgerufen werden, welche die vordern Gliedmassen gegenüber den hintern zeigten, an welchen eine derartige Verschiebung der Unterschenkelknochen nicht vorkommt. Obschon die Torsionstheorie bezüglich dessen, was sie erklären sollte, hinreichend befriedigte, so muss man doch anerkennen, dass die Begründung und Durchführung dieser Verschiebungstheorie so gewinnend ist, dass ihre Gleichberechtigung nicht beanstandet werden kann.

[1]) Beitrag zur Torsionstheorie des Humerus etc. Kiel 1875. 4°.

γ) Vom Kopfskelet.

a) *Vom Kopfskelet überhaupt.*

Wie bei allen Wirbelthieren, mit einziger Ausnahme von Amphioxus, das vordere (Kopf-) Ende des Rückenmarks eine das Hirn darstellende Anschwellung erhält, erfährt auch der, jenes umschliessende Kanal eine diesem entsprechende blasige Erweiterung. Dieser das Hirn bergende Skeletabschnitt stellt den Schädel (*Cranium*) dar, da er nur aus einer Erweiterung des Kopfendes des Kanals der Wirbelsäule hervorging, auch mit der Wirbelsäule noch in manchen Beziehungen übereinkommt, mag seine Gestaltung im Einzelnen noch so viele Besonderheiten darbieten.

Bei Amphioxus erweitert sich das vordere Ende des Kanals, worin das Rückenmark eingebettet ist, nicht, weil aus dem Kopfende des Rückenmarkes noch keine Hirnanschwellung sich hervor bildete, daher hier, wie das Hirn, so auch der Schädel und damit überhaupt der Kopf fehlt, also dieses Wirbelthier nur ein Rumpfthier ist.

In seiner einfachsten und niedersten Form stellt der Schädel eine ungegliederte knorpelhäutige oder knorpelige Kapsel dar, welche von der, dann meistens auch noch gar nicht oder nur unvollkommen gegliederten Knorpelsäule sich abgesondert hat. Da aber, wo der Rückgrat aus einer gegliederten Knochensäule besteht, erscheint auch der Schädel als gegliederte Knochenkapsel (Knochenfische, Amphibien, Vögel und Säugethiere), deren einzelne Glieder die Schädelknochen darstellen. In der Embryonalperiode ist indess auch bei diesen Thieren die das Hirn umgebende Schädelkapsel knorpelhäutig und ungegliedert — s. g. Primordialschädel — und wird erst durch das Auftreten zahlreicher Verknöcherungspunkte allmählig in eine gegliederte Knochenkapsel umgewandelt.

Da die Schädelhöhle eine Erweiterung des Kanals der Wirbelsäule darstellt, so sollte man glauben erwarten zu dürfen, dass die Knochen, welche ihre Wandung bilden, auch noch den Knochengliedern ähnlich seien, welche das Rückenmark umschliessen. Das findet man aber im Allgemeinen nicht, vielmehr tragen die Schädelknochen eigene Formen, die mehr oder weniger von jenen verschieden sind.

Aber ungeachtet dessen findet man doch, dass der Schädel bei seinem Aufbau den Plan, nach dem der Rückgrat angelegt sich zeigt, nicht ganz verlassen hat, wenn auch derselbe wesentliche Abänderungen erlitt — Abänderungen, welche durch die Verschiedenheit der Verhältnisse, denen er sich anpassen musste, und durch die Verschiedenheit der Anforderungen an die mechanischen und andern Leistungen bedingt sind.

Um die Vergleichung des Schädels mit der Wirbelsäule zu erleichtern und den Schädelbau zu begreifen, wollen wir uns die Verhältnisse

vergegenwärtigen, die bestimmend auf den Bau und die Gestaltung der Rumpfwirbel einwirken. Wir können sie in Nachfolgendem zusammenfassen:

1) Den Beziehungen zur schützenden Umschliessung des strangförmigen Rückenmarkes verdankt die Wirbelsäule die Form einer hohlen Säule oder eines Knochenrohres.

2) Ihre Beziehung zur Ermöglichung der mannigfaltigen Bewegungen und Krümmungen des Rumpfes bedingt ihre Gliederung, ihren Zerfall in eine Anzahl von Segmenten — den Wirbeln, — die selbstverständlich Ringform haben müssen.

3) Um einer solchen, aus Ringen aufgebauten Säule die Trag- und Stützkraft einer ungegliederten soliden Knochensäule oder Axe zu verleihen, entwickelt sich aus der vordern, bezw. untern Bogenhälfte des Ringes eine ansehnliche, kräftige und solide Knochenmasse — der Wirbelkörper, — durch dessen Auftreten die Ringgestalt des Wirbels wenigstens äusserlich wesentlich verändert wird (Fig. 462). Man unterscheidet jetzt am Wirbel einen Körper (*c*) und Bogen (*a*, *c*).

4) Der Beziehung der Aussenseite der Wirbel zum Ansatze der Muskeln und zur Herstellung von Gelenken, welche die Richtung und das Maass der Bewegungen der Säule bestimmen, verdanken die Wirbel die äusserlich ihnen aufsitzenden Fortsätze — Processus transversi, spinosi, articulares etc. (Fig. 463).

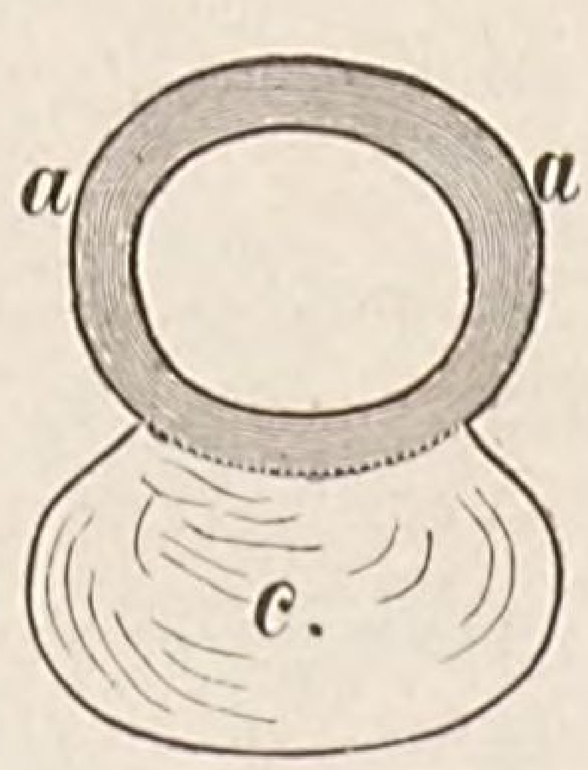


Fig. 462. Schema eines Wirbels, die Hervorbildung des Wirbelkörpers *c* aus dem vordern Theil des Ringes, dessen hinterer Abschnitt nun den Arcus vertebrae *a* darstellt.

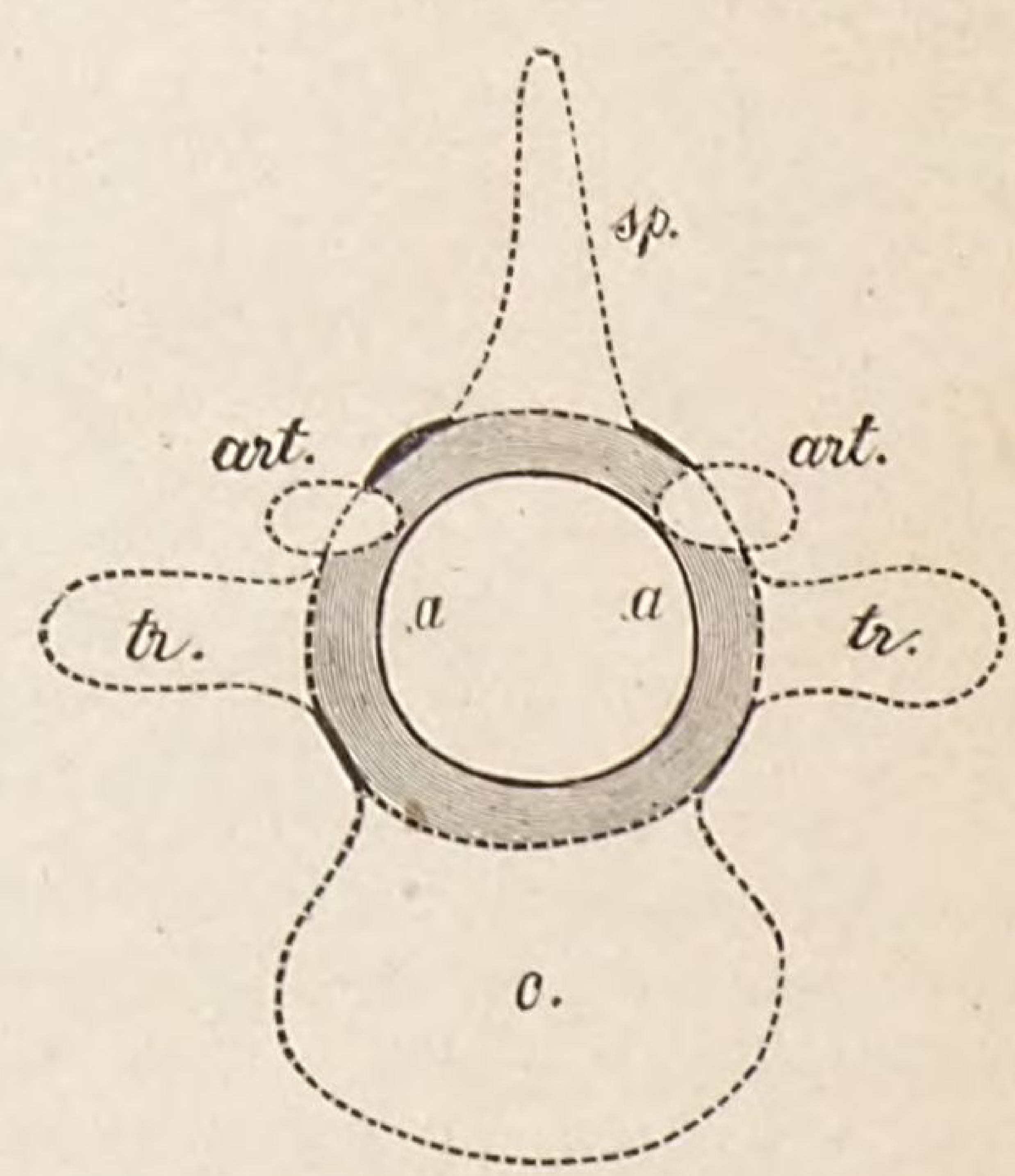


Fig. 463. Schema eines Wirbels. *a* Arcus vertebrae, den hintern Theil des ursprünglichen Ringes darstellend. *c* Corpus vertebrae, aus dem vordern Theil des Ringes hervor sich bildend. *tr* Processus transversi. *sp* Process. spinosus. *art* Processus articulares.

5) So lange der Kanal der Wirbelsäule noch nicht seine volle extensive Ausbildung erlangt hat, also des Wachsthums in die Weite noch bedürftig ist, sind die Wirbel nicht, wie später, ungetheilte Knochen, sondern aus Stücken, nämlich aus dem Körper und zwei Seitenstücken des Bogens, — zusammengesetzt (Fig. 464).

Gehen wir nun an der Hand dieser für die Wirbelsäule geltenden Thatsachen zur Betrachtung des aus ihr sich hervorbildenden Schädels, so muss man allerdings zugeben, dass sowohl die Zahl der den Schädel zusammensetzenden Knochenstücke, als auch deren Form, gegenüber den Gliedern des Rückgrates, kaum eine Verwandtschaft mit diesen zu haben scheinen und bei den verschiedenen Wirbelthieren grosse Verschiedenheiten und Eigenthümlichkeiten darbieten. Erwägt man aber, dass die die Schädelhöhle bildenden Knochen doch eine solche Lagerung zu einander einnehmen, dass sie Ringbezirke bilden (Fig. 465), welche das Gehirn ähnlich umfassen, als die einzelnen Stücke, aus denen anfänglich die das Rückenmark umschliessenden Rumpfwirbel bestehen, — so kann man sich der Annahme nicht verschliessen, sie als den Rumpfwirbeln ähnliche Bildungen d. h. als Schädelwirbel anzusprechen.

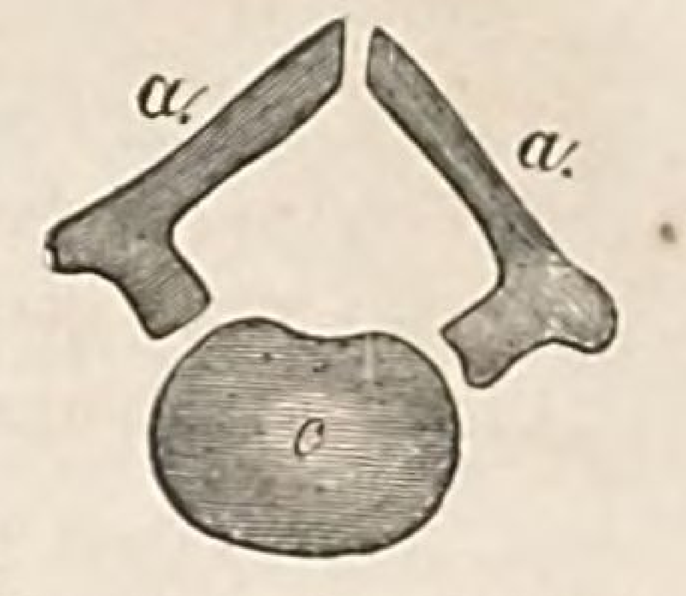


Fig. 464. Ein Wirbel, noch in drei Stücke, die nur durch Knorpel verbunden sind, zerfallend, nämlich in *a*, die beiden Seitentheile des Bogens und *c* den Körper.

Solcher Schädelwirbel kann man drei unterscheiden: einen hintern, welcher den Hinterhauptsbezirk bildet, — einen mittleren, der den Mittelhaupts- oder Schläfen-Scheitelbezirk einnimmt, und einen vorderen, welcher mit der Stirn die Schädelhöhle nach vorn abschliesst (Fig. 465, *I*, *II*, *III*).

Je mehr das Gehirn sich vervollkommnet, um so deutlicher zeigen sich die Schädelwirbel entwickelt; daher bei höheren Wirbelthieren sie charakteristischer hervortreten, als bei niederen. Je näher den Rumpfwirbeln sie liegen, um so mehr zeigen sie auch ihre Verwandtschaft mit denselben. Daher der hintere den Wirbelcharakter viel entschiedener und offener zu Tage treten lässt, als der mittlere oder gar der vordere, welche beiden bei niedern Wirbelthieren mehr oder weniger defekt sich zeigen und durch häutigeBildungen oderKnochen, welche aus den Bedeckungen hervor sich bilden, ergänzt

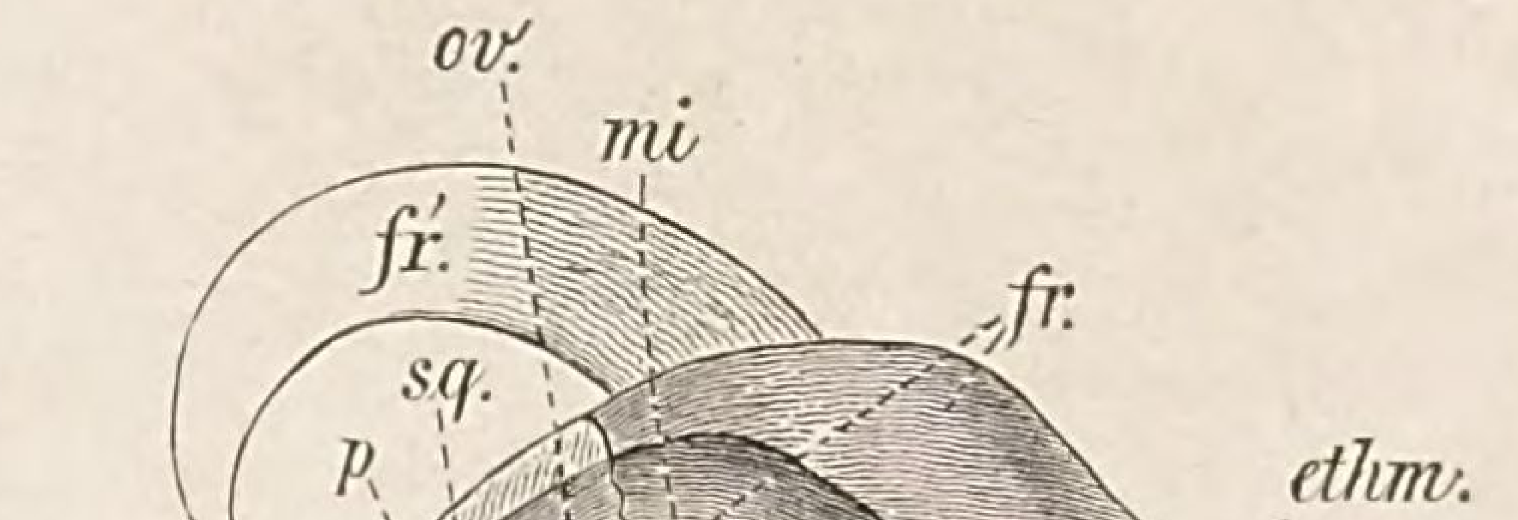


Fig. 465. Längsdurchschnitt des Schädels vom Schaf (*Ovis*). *I* Hinterer Schädelwirbel (Occipitalwirbel). *II* Mittlerer oder Schläfenwirbel. *III* Vorderer oder Stirnwirbel. *o* Os occipitale. *co* Körper desselben (Körper des Occipitalwirbels *I*). *ptr* Os petrosum. *p* Os parietale. *sq* Os squamosum. *csph* Körper des hintern Keilbeins (Körper des mittleren [*II*] Schädelwirbels). *mj* Grosser Flügel des Keilbeines (*Ala major*). *ov* For. ovale. *fr* Stirnbein. *fr'* Stirnzapfen als Träger des Hornes. *csph'* Körper des vordern Keilbeins (Körper des vorderen [*III*] Schädelwirbels). *mi* Kleiner Flügel (*Ala minor*) des Keilbeins. *o* For. opticum. *Fss.o* Fissura orbitalis superior, in welcher auch das Foramen rotundum aufgegangen ist. *pr.pt* Process. pterygoïdeus des Keilbeins. *ethm.* Os ethmoïdeum.

werden. Wo das Gehirn sehr klein ist, wie bei den niederen Wirbelthieren, erleiden sie dadurch wesentliche Abänderungen, dass einzelne der Knochen, aus denen sie bei den höheren Thieren zusammengesetzt zu sein pflegen, von der Theilnahme an der Umschliessung des Gehirns zurücktreten und entweder verkümmern oder ausserhalb der Schädelhöhle ihre Lage nehmen.

Uebrigens nicht alle Knochen der Schädelwandung sind Glieder der Schädelwirbel; einige stellen Schaltknochen, die zwischen die Wirbel eingeschoben sind, oder Gerüstknochen für einzelne Sinnesorgane dar. So ist das Os petrosum (Fig. 465 *ptr*) ein solcher Gerüstknochen des Gehörapparates, der zwischen hintern und mittlern Schädelwirbel eingeschoben ist, und das Os ethmoïdeum (Fig. 466 *ethm*), welches ein Träger des Riechorganes und in die vordere Ausgangsöffnung des vorderen Schädelwirbels eingelegt ist.

Die Knochen, welche die Schädelwirbel bilden, sind:

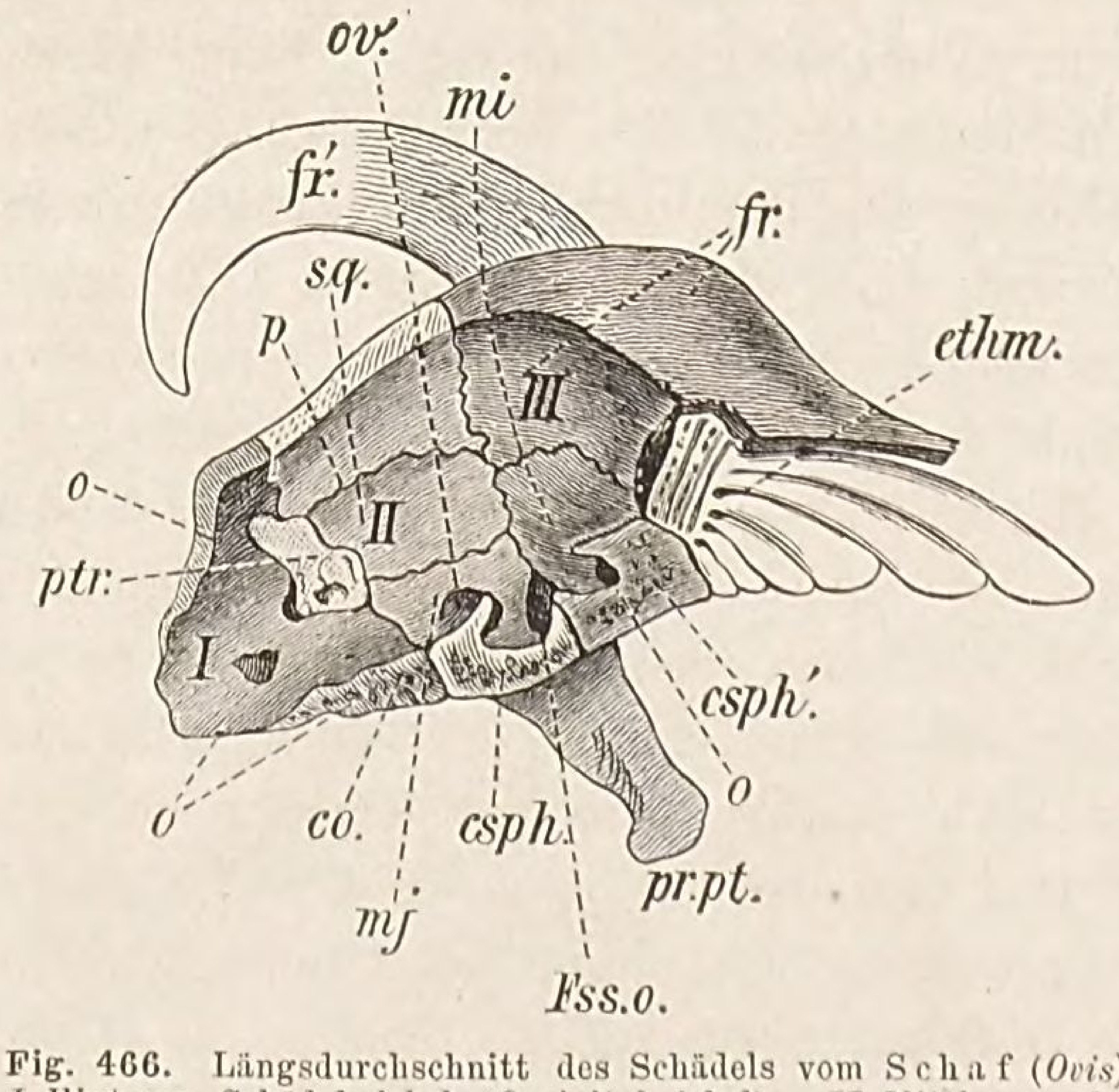


Fig. 466. Längsdurchschnitt des Schädels vom Schaf (*Ovis*). *I* Hinterer Schädelwirbel (Occipitalwirbel). *II* Mittlerer oder Schläfenwirbel. *III* Vorderer oder Stirnwirbel. *o* Os occipitale. *co* Körper desselben (Körper des Occipitalwirbels *I*). *ptr* Os petrosum. *p* Os parietale. *sq* Os squamosum. *csph* Körper des hintern Keilbeins (Körper des mittleren [*II*] Schädelwirbels). *mj* Grosser Flügel des Keilbeines (*Ala major*). *ov* For. ovale. *fr* Stirnbein. *fr'* Stirnzapfen als Träger des Hornes. *csph'* Körper des vordern Keilbeins (Körper des vorderen [*III*] Schädelwirbels). *mi* Kleiner Flügel (*Ala minor*) des Keilbeins. *o* For. opticum. *Fss.o* Fissura orbitalis superior, in welcher auch das Foramen rotundum aufgegangen ist. *pr.pt* Process. pterygoïdeus des Keilbeins. *ethm.* Os ethmoïdeum.

a) beim hintern: das Hinterhauptbein (*Os occipitale basilare*, *superius* und die *occipitalia lateralia*).

b) beim mittlern: das hintere Keilbein (hinterer Keilbeinkörper und grosser [oder Temporal-] Flügel) mit den Scheitelbeinen.

c) beim vordern: das vordere Keilbein (vorderer Keilbeinkörper mit den kleinen [oder Orbital-] Flügeln) und die Stirnbeine.

Die Abänderungen, welche die Schädelwirbel gegenüber den Rumpfwirbeln zeigen, werden durch die veränderten Beziehungen veranlasst, in die sie treten und welchen sie sich anzupassen hatten.

Das Fortbestehen der Trennung in eine Anzahl von Stücken ist durch die Beziehung zum Wachsthum der Knochen und zur Vergrösserung der Schädelhöhle bedingt. Wo keine Vergrösserung mehr statt hat, verwachsen die Knochen mit einander. Die Körper der Schädelwirbel sind schwäch-

lich entwickelt, gegenüber der Grösse der von den Wirbeln umschlossenen Höhle, weil jene Anforderungen an ihre mechanische Leistung, welche bei den Rumpfwirbeln an sie gestellt waren, hier fast gänzlich in Wegfall kommen. So ist auch begreiflich, warum diesen Schädelwirbeln, mit Ausnahme des hintersten, die Muskelfortsätze (*Processus transversi et spinosi*) und Gelenkfortsätze der Rumpfwirbel abgehen müssen, da keine Bewegungen zwischen ihnen stattfinden, sonach sowohl die hierfür erforderlichen Muskeln, als auch die Gelenke fehlen müssen. Sie stehen unbeweglich durch Nähte so lange mit einander in Verbindung, als die von ihnen umschlossene Schädelhöhle für das, seinen Umfang noch vermehrende Gehirn einer Vergrösserung bedürftig ist. Hat der Schädel seine extensive Ausbildung vollendet, kann auch die Nahtverbindung seiner Glieder entbehrt werden. Daher die Verwachsung der Schädelwirbel auch dann wirklich erfolgt.

Den drei Schädelwirbeln entsprechen auch mehr oder weniger die zwischen ihnen aus dem Schädel austretenden Hirnnerven, die mit den Rückenmarksnerven immerhin eine Vergleichung zulassen. Denn ausser den Nerven der drei s. g. höheren Sinnesorgane, den Riech-, Seh- und Hörnerven, kann man die übrigen Hirnnerven, ungeachtet ihrer Zersplitterung bei den höheren Wirbelthieren und dem Menschen zusammen als zwei Wirbelnerven, einen vorderen und hinteren, betrachten. Bei niederen Wirbelthieren (Fischen und Amphibien) findet man auch diejenigen Hirnnerven, welche bei den höheren Wirbelthieren von den Stämmen der beiden Wirbelnerven sich abgelöst haben und selbständige Nerven darstellen, noch als Aeste des einen oder anderen Wirbelnerven (siehe unten Hirnnerven).

Dass zwischen dem Aufbau des Schädels und des Rückgrates eine Verwandtschaft bestehe, ersterer nach dem Vorbilde des letztern angelegt sei, haben schon Duméril und P. Frank vermuthet, Oken und Goethe aber erst bestimmter erkannt, obgleich die von ihnen aufgestellte und von Spix, Carus, Bojanus, Ulrich, Meckel, Blainville, Dugès, Geoffroy St.-Hilaire, Owen, Fr. Arnold u. A. weiter ausgeführte Wirbeltheorie doch immer noch lückenhaft war und in mannigfacher Beziehung unbefriedigt liess. Besonders verfehlte man dadurch häufig das Ziel, dass man zu sehr sich anstrengte, die den Rumpfwirbeln eigene Form auch möglichst an den Schädelwirbeln wieder nachzuweisen. Es konnte daher auch nicht fehlen, dass gegen dieselbe mehr und mehr Gegner erwuchsen, die ihre Unhaltbarkeit darzuthun bestrebt sind. So hat sie in jüngerer Zeit in Huxley und Gegenbaur[1]) mächtige Gegner gefunden. Letzterer verwirft

[1]) Grundzüge der vergl. Anatomie, Leipzig 1870, S. 189; — Desselben Grundriss der vergl. Anatomie, Leipzig 1874. S. 454.

die Vergleichung des knöchernen Schädels mit der Wirbelsäule gänzlich, und substituirt eine neue Wirbeltheorie, von welcher allerdings nicht geleugnet werden kann, dass sie bestechend ist. Gegenbaur nimmt an, dass das ungetheilte, knorpelige Cranium der niedern Wirbelthiere, sowie das Primordialcranium der höheren Thiere durch Concrescenz einer Summe von Wirbeln entstanden zu betrachten sei. Denn die Bogen des Kiemenskelets stellten dem Cranium angehörige untere Bogenbildungen dar, zwischen welchen und den untern Bogen der Wirbelsäule eine Homodynamie zu erkennen sei. Daher das Cranium, einem Abschnitt der Wirbelsäule entsprechend, eben so viele Wirbel repräsentire, als Visceralbogen an ihm vorkommen. Das Cranium selbst zeige noch eine Reihe von Uebereinstimmungen mit der Wirbelsäule, so namentlich, dass die der Wirbelsäule zu Grunde liegende Chorda dorsalis einen Abschnitt des Craniums in denselben Verhältnissen durchsetze, als an der Wirbelsäule, und sämmtliche an diesem Abschnitt austretende Nerven sich homodynam mit den Rückenmarksnerven verhielten. Die Zahl der in das Cranium eingegangenen Wirbel sei bis jetzt in ihrem Minimum auf 9 bestimmbar. Aber mehrfache Thatsachen im Gebiete der Verbreitung, wie der Ursprungsverhältnisse der Nerven bei niedern Cranioten verwiesen darauf, dass die Zahl der Visceralbogen und sonach auch die Zahl der Wirbel noch grösser gewesen sei. Die Anordnung bei Amphioxus, wo noch eine ansehnliche Summe von Wirbelbogen vorhanden sei, spräche auch dafür. Denn der ganze, über dem Visceralskelet liegende Abschnitt des Rückgrates sei als der bei den Cranioten ins Cranium übergegangene Theil des Rückgrates zu betrachten.

Ich will das Gewicht der Gründe, welche Gegenbaur gegen die bisherige Wirbeltheorie des knöchernen Schädels aufstellt, keineswegs unterschätzen, um so weniger, als derselbe früher (in dessen vergl. Anatomie, 1859, S. 441) selbst ein warmer Vertreter und Vertheidiger der bisherigen Wirbeltheorie war. Aber, wenn man auch das Gewicht derjenigen, die er zu Gunsten seiner neuen Theorie geltend macht, nicht überschätzt, sondern vorurtheilslos prüft, so kann man sich doch schliesslich des Geständnisses nicht erwehren, dass diese neue Theorie auf so vielen rein hypothetischen Voraussetzungen beruht, dass dieselbe des Thatsächlichen, worauf sie gestützt werden sollte, in viel geringerem Maasse sich erfreuen kann, als die bisherige Wirbeltheorie.

Gegen die Hypothese, dass das ungetheilte knorpelige Primordialcranium eine sekundäre Bildung, d. h. aus einer Verwachsung diskreter Wirbel hervorgegangen sei, lässt sich der, von Gegenbaur selbst gegen die bisherige Wirbeltheorie erhobene stärkste Einwand auch geltend machen, dass nämlich diese Concrescenz einer Summe von Wirbeln insoferne als durchaus unerwiesen betrachtet werden müsse, als kein Fall bis jetzt be-

kannt ist, wo vor der Bildung des Primordialcraniums der Schädel aus einer Summe diskreter Wirbel besteht. Und wenn man erwägt, dass bei Amphioxus der vordere, über dem Visceralskelet liegende Abschnitt des Rückgrates, der von Gegenbaur selbst mit nicht geringer Wirkung als der dem Cranium der Cranioten entsprechende angezogen wird, — ungeachtet der Gliederung des Visceralgerüstes, — ungegliedert ist, von einem Zerfallen iu einzelne Wirbel nicht einmal eine Andeutung sich vorfindet, — so muss man sich doch gestehen, dass die Begründung dieser Hypothese unzureichend erscheint und unbefriedigt lässt. Denn dieser Theil des Rückgrates von Amphioxus, dessen Beziehung zum Schädel Berechtigung hat, — repräsentirt eine Stufe der Schädelbildung, die jedenfalls als die primärste angesprochen werden muss, welche, wenn eine Gliederung dem Primordialschädel voranginge, doch wenigstens Spuren einer solchen verrathen müsste. Die Möglichkeit, dass die primordiale Wirbelbildung eine nur bei vorweltlichen Wirbelthieren bestandene, bei der gegenwärtigen Schöpfung aber untergegangene Entwicklungsphase darstellte, kann an und für sich nicht bestritten werden. Sie ist aber immer nur eine Hypothese, mit der man eine andere Hypothese beweisen will. Für vorliegenden Fall liesse sich eine solche Annahme nur dann einigermassen rechtfertigen, wenn noch andere Indicien vorhanden wären, welche durchaus zur Annahme derartiger primordialer Wirbel drängten.

Als solche sieht allerdings Gegenbaur die Bogen des Visceralgerüstes an. Dasselbe stelle eine dem Cranium angehörige untere Bogenbildung dar, zwischen welcher und den untern Bogen der Wirbelsäule eine Homodynamie zu erkennen sei, folglich das Cranium einem Abschnitt der Wirbelsäule entspreche, der eben so viele Wirbel umfasse, als Visceralbogen an ihm vorkommen. Allein der unentbehrliche Nachweis, dass diese Bogen des Kiemengerüstes wirklich den Rippen des Rumpfes entsprechen und denselben gleichwerthige Bogenbildungen seien, ist zur Zeit noch nicht geliefert. Rippen kommen auch nirgends für sich allein ohne Wirbel, die ihre Träger abgeben, vor. Wo am Rückgrat die Bildung von diskreten Wirbeln sich noch nicht vollzogen hat, gibt es auch keine Rippen. Daher bei Amphioxus die Rippen noch gänzlich fehlen und selbst auch bei den Cyclostomen dies noch der Fall ist, da bei ihnen nur schwache Andeutungen beginnender Bogenbildung, aber keine Spuren beginnender Wirbelkörperbildung sich finden, während bei den Selachiern und Ganoïden solche, wenn auch nur rudimentär, vorkommen. Die Bogen des Kiemengerüstes dagegen, die von den Wirbeln unabhängige Bildungen sind und nur der Wandung des Eingangstheils der Verdauungs- und Athmungshöhle, nicht aber, wie die Rippen, der Leibeswand eine Stütze zu gewähren haben, können auch da schon auftreten, wo der Rückgrat noch keine Andeutung

von Wirbelbildung zu Tage treten lässt, wie Amphioxus, wo nicht die leiseste Spur einer Wirbelbildung gegeben ist, ein beweisendes Beispiel liefert. Auch die Thatsache, dass das Kiemengerüst bei Amphioxus innerhalb der Bauchhöhle liegt, spricht gegen die Anschauung, der zu Folge die Kiemenbogen den Rippen homologe Bogenbildungen sein sollen.

Nur die Metamorphose der vordersten Bogen des Kiemengerüstes zu stützender Umschliessung der Eingänge zur Verdauungs- und Athmungshöhle, aus dem der Antlitztheil des Kopfskelets hervorgeht, welcher in so inniger Verbindung mit dem Schädel steht, — konnte zu der Vermuthung verleiten, dass das Kiemengerüst ein dem Schädel zugehöriges Bogensystem sei und Kopfrippen darstelle.

Die verschiedenen, im Vorausgehenden ausgesprochenen Bedenken habe ich bei vorurtheilsloser Prüfung bis jetzt nicht zu widerlegen vermocht, um einer neuen bestechenden, aber thatsächlich unerwiesenen, Wirbeltheorie mich anschliessen zu können. Denn die von Gegenbaur, ausser den schon oben besprochenen, sonst noch versuchten Widerlegungen der bisherigen Wirbeltheorie befriedigten mich bezüglich ihrer Beweiskraft keineswegs. So ist die Erklärung, wie der knöcherne Schädel zu einer wirbelähnlichen Segmentirung komme, — dass nämlich diese durch die Wachsthumsgesetze des Schädels etc. bedingt sei — eine so allgemeine und unbestimmte, dass sie ebensowohl auch für das Gegentheil sich verwerthen lässt. Viel belangreicher aber ist ein anderer von ihm gemachter Einwand gegen die frühere Wirbeltheorie, dass, da man nämlich zum Aufbau derselben nöthig habe, sowohl aus dem Primordialcranium hervorgehende Knochen als auch blosse Deckknochen in die Herstellung einzelner Wirbel eingehen zu lassen, dieses für die Fehlerhaftigkeit derselben zeuge.

Allein auch die Bedeutung dieses Einwandes ist nur eine scheinbare. Denn was versteht man unter einem „Wirbel“? Doch nur ein fertiges Skeletglied, ein Glied des Rückgrates. Die Frage, wie es zur Bildung eines solchen komme, ist eine sekundäre, die, mag sie ausfallen wie sie wolle, den Begriff des fertigen Wirbels nimmermehr ändern kann. Die einzelnen Wirbel des Rückgrates, ihre einzelnen Stücke, in die sie anfänglich noch getrennt sind, zeigen sich bei ihrer Entstehung zwar meistens knorpelig vorgebildet, ehe sie knöchern auftreten. Allein diese knorpelige Vorstufe ist nicht absolut nothwendig. Knöcherne Skeletglieder können auch direkt aus einer bindegewebigen Anlage hervor sich bilden. Und wenn dies an den Wirbeln des Rückgrates der Fall wäre, würde es nicht im Geringsten den Begriff des Wirbels ändern. Ja selbst auch dann würde letzterer nicht im Mindesten beeinflusst werden, wenn in Folge einer Rückbildung der primären Bogenanlage der Wirbel, wodurch die Bogenbildung der letzteren defekt werden müsste, zur Deckung dieses Defektes Ossifikationen von andern nachbarlichen Bindegewebsgebilden, wie z. B. von den äussern Bedeckungen, beigezogen würden, ein Fall, der an andern Skeletabtheilungen oft genug in Wirklichkeit vorkommt. An den Wirbeln des Rückgrates findet Solches zwar nicht statt. Aber wenn es auch stattfände, so würde dies doch keinen Einfluss üben können auf den Begriff von Wirbeln. Wir würden dann doch wahrlich

desshalb nicht aufhören, die einzelnen Glieder des Rückgrates als Wirbel aufzufassen, weil an der Bildung ihrer Bogen auch aus den Bedeckungen beigezogene Ossificationen sich betheiligten.

Der Fall nun, der an den Wirbeln des Rückgrates nur bildlich angenommen wurde, liegt aber an der Fortsetzung desselben in den Kopf, am Cranium, in Wirklichkeit vor. Dies berechtigt aber ebenso wenig, als es im gegebenen Falle am Rückgrate berechtigt haben würde, den knöchernen Ringbezirken, welche die Schädelhöhle und das darin liegende Gehirn ähnlich umschliessen, als die Wirbel des Rückgrates den Kanal der Wirbelsäule und das darin liegende Rückenmark umfassen, den Charakter von Wirbeln abzusprechen und zwar nur desshalb abzusprechen, weil zu ihrer Bildung und Vervollständigung ausser den, aus der knorpelig vorgebildeten Anlage (dem Primordialcranium) hervorgegangenen Knochentheilen auch noch Ossifikationen beitragen, welche die nachbarlich aussen aufliegenden Bindegewebsschichten (äussere Bedeckungen), liefern, um den Defekt zu decken, den das knorpelige Primordialcranium nach oben etwa gelassen hat.

Der oben nur bildlich angenommene Fall einer Hervorbildung der Rückgratswirbel aus bindegewebiger Anlage kann übrigens auch insoweit als thatsächlich bestehender betrachtet werden, als bei den niedrigsten Wirbelthieren die bindegewebige äussere Umgebung der Chorda und ihre häutigen, das Rückenmark umschliessenden Auslaufer es sind, von denen die Wirbelbildung wirklich ihren Ausgang nimmt. Man hat also um so weniger Grund, es anstössig zu finden, dass in die Zusammensetzung von ringförmigen Schädelbezirken d. h. von Schädelwirbeln Knochen auch eingehen, die nur von bindegewebigen Anlagen und nicht aus dem knorpeligen Primordialcranium hervor sich bildeten.

Der theils vor, theils unter dem vordern Theil des Schädels liegende Abschnitt des Kopfskelets besteht noch aus einer Anzahl von Knochen, welche besonders die Eingänge zur Verdauungs- und Athemhöhle umlagern, ihnen Stütze gewähren und in Verbindung mit dem Schädel auch Höhlen bilden, in welchen das Seh-, Riech- und Geschmacksorgan eine geschützte Aufnahme finden. Es ist dies der Antlitztheil des Kopfes oder das Kiefergaumengerüst. In seiner einfachsten Anlage, wie man sie bei den Selachiern (Fig. 467) und Ganoiden findet, besteht dieses Gerüst aus zwei horizontalen Knorpelbogen, einem obern (*s*), dem Oberkieferbogen — und einem untern (*i*), der den Unterkiefer darstellt, welche beide an den einander zugekehrten Seiten, mit welchen sie die Mundöffnung umschliessen, mit Zähnen besetzt zu sein pflegen, und hinten jederseits an einem aufsteigenden Stück (*hm*), dem Kieferstiel (*Suspensorium*), hängen, von diesem getragen und an den Schädel beweglich angehängt sind. Nach unten und hinten steht der Kieferstiel aber auch noch mit dem vordern Bogen des Kiemengerüstes, mit dem Zungenbein (*h*) in Verbindung. Aussen liegen den Kieferbogen noch drei kleine Knorpelstäbchen — die Lippenknorpel — an, ein vorderer kleiner (*l*) und ein grösserer hinterer

am Oberkieferbogen, und ein dritter, der mit dem vorhergehenden winklich verbunden ist, am Unterkiefer (*ll'*).

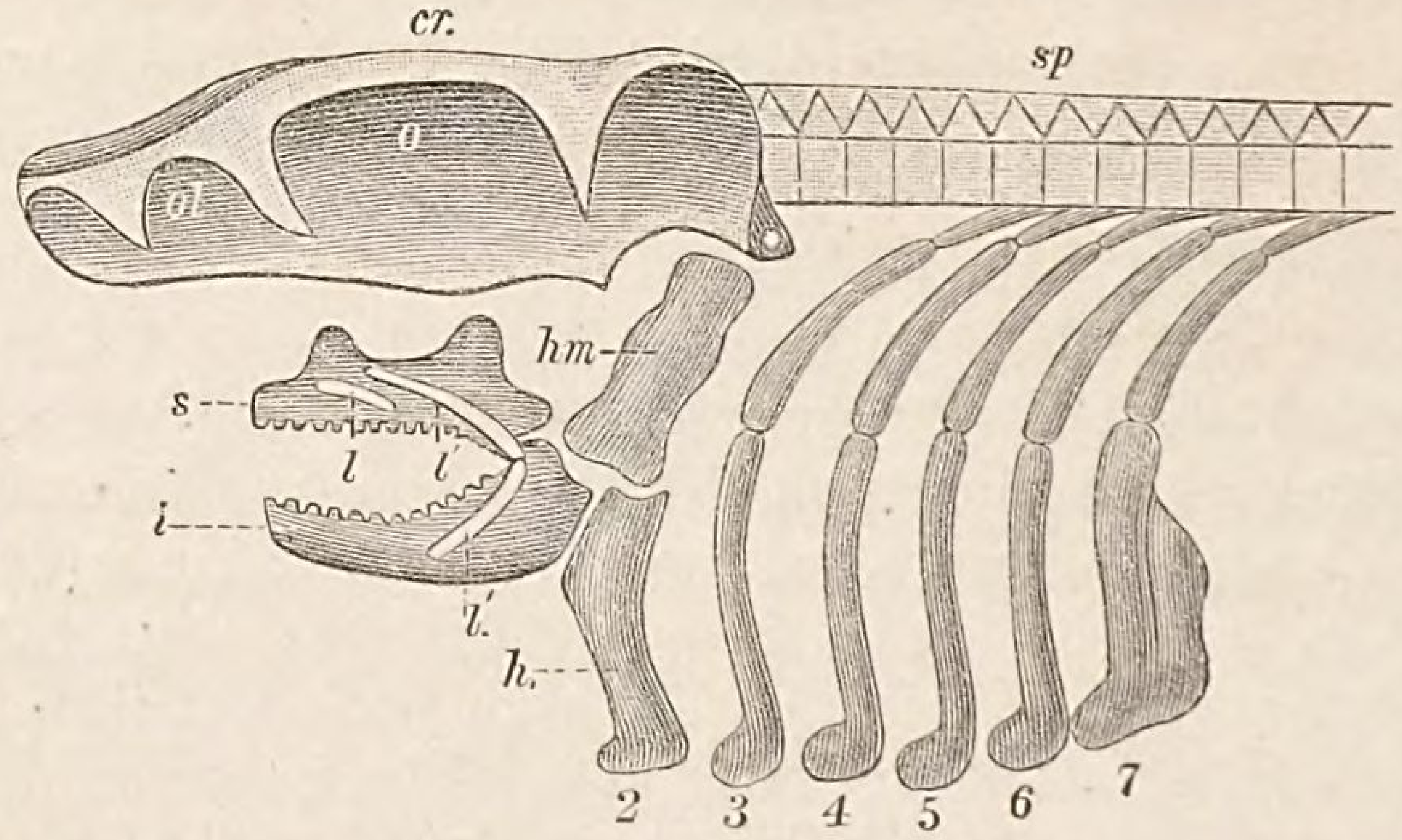


Fig. 467. Kopfskelet und Kiemengerüst von Acanthias vulgaris (etwas schematisch gehalten). *cr* Knorpelige Schädelkapsel. *o* Augengrube. *ol* Nasengrube. *sp* Rückgrat. *s* Oberkiefer. *i* Unterkiefer. *l l'* Lippenknorpel. *hm* Oberer Theil des Zungenbeinbogens — Hyomandibulare. *h* Unterer Theil desselben, das Zungenbein. *2—7* Knorpelbogen des Kiemengerüstes.

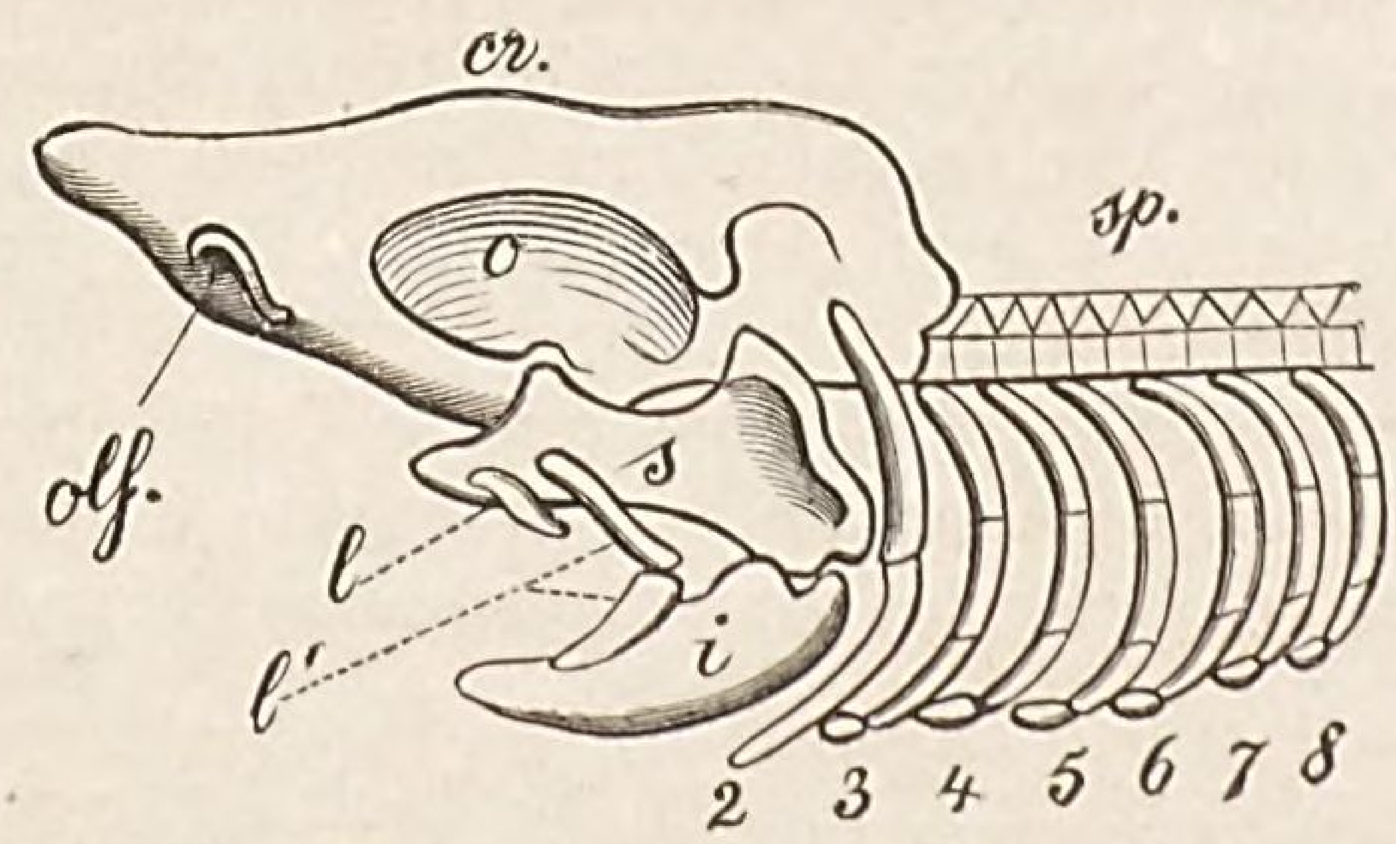


Fig. 468. Schema des Kopf- und Visceralskelets eines Selachiers (nach Gegenbaur). *cr* Knorpelige Schädelkapsel. *sp* Wirbelsäule. *o* Augengrube. *olf* Nasengrube. *2—8* Knorpelbogen des Kiemengerüstes. *s* Oberkiefer. *i* Unterkiefer, beide aus einer Umwandlung eines Kiemenbogens hervorgegangen. *l* Vorderer und oberer Lippenknorpel. *l'* Hinterer, oberer und unterer Lippenkorpel, wahrscheinlich auch Ueberreste eines verkümmerten Kiemenbogens.

Der Kieferstiel kann in einzelnen Fällen indess auch fehlen und, statt seiner, der Oberkieferbogen durch einen an seinem hintern Ende aufwärts stehenden Fortsatz mit dem Schädel articuliren (Fig. 468). Ja der ganze Oberkiefer kann, wie bei den Chimären, fehlen und der übrig bleibende Unterkiefer mit dem Schädel durch Articulation verbunden sein. Wo die Mundöffnung, wie bei den Cyclostomen (Fig. 469) der Saugfunktion

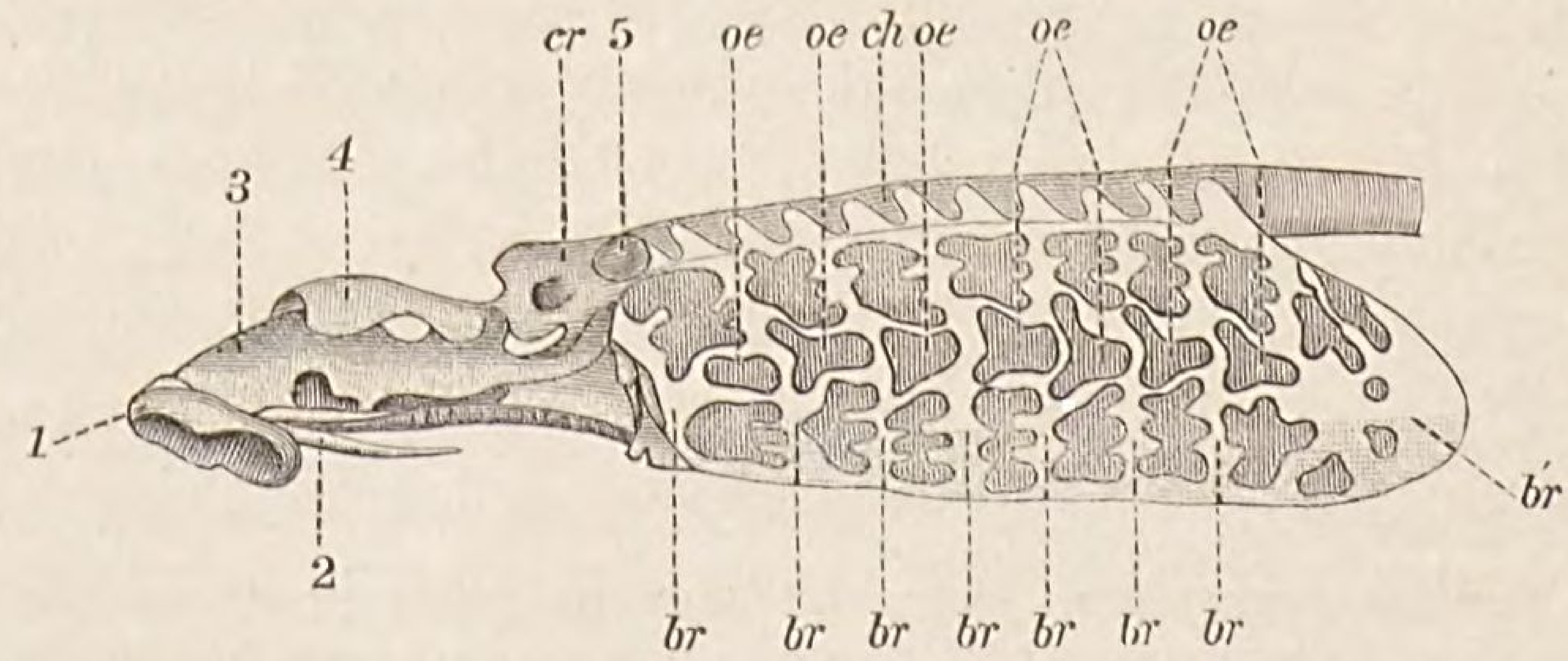


Fig. 469. Kopf und Kiemengerüst von Petromyzon fluviat. (nach R. Wagner). *cr* Knorpelhäutiges Cranium. *1* Knorpeliger Lippenring. *2* Anhang desselben. *3* und *4* Vordere und hintere Deckplatte des Mundes. *5* Gehörkapsel. *ch* Chorda dorsalis mit den Rudimenten von Bogenstücken der Wirbel. *br* Einzelne verästelte Bogen des Kiemenbogenkorbes, die sowohl am dorsalen Ende, mit dem sie am Rückgrat angeheftet sind, als auch am ventralen Ende und in der Mitte zwischen beiden letzteren mit einander in Verbindung stehen; an letzterer Stelle umgeben die doppelten Verbindungsstäbe Lücken (*oe*), welche die äusseren Kiemenöffnungen stützend umgeben. *br'* Geschlossenes hinteres Ende des Kiemenbogenkorbes.

sich anpassen muss und der festen Stützen als Träger der Zähne entbehren kann, fällt endlich auch der Unterkieferbogen und damit alle Kieferbildung weg und wird, statt dessen, die, einen Saugmund darstellende Mundöffnung nur von oben her von einer Anzahl kleiner Knorpel gestützt und umgeben, die in Form und Lage zwar von dem Kiefergerüst der Selachier ganz abweichend sich verhalten, aber dessen ungeachtet als Abkömmlinge jener anzusehen sind.

Diese einfache Anlage des Kiefergaumengerüstes geht aus einer Umwandlung des vordern Bogens des Kiemengerüstes hervor. Ober- und Unterkiefer entsprechen den beiden Stücken des umgewandelten vordern Kiemenbogens. Das Oberkieferstück heisst in Rücksicht seiner Stellung, die es beim Aufbau des Kiefergaumenapparates der höheren Wirbelthiere einnimmt, — Palatoquadratum. — Der Kieferstiel endlich — Hyomandibulare — geht aus dem obern Stücke des zweiten Kiemenbogens (Fig. 467 *hm*) hervor, dessen unteres Stück (*h*) als Zungenbein dem Kiemengerüst erhalten bleibt. Auch die Labialknorpel (Fig. 467 *ll'*, Fig. 468 *l l'*) sind Ueberreste von verkümmerten Visceralbogen (Gegenbaur).

Bei den Knochenfischen, zu denen die Ganoïden den Uebergang bereiten, und bei den höheren Wirbelthieren erhält der Kiefergaumenapparat einen complicirten Bau durch das Auftreten einer grösseren Anzahl von Knochen, welche einestheils die Stelle der zum Theil untergegangenen knorpeligen Skeletstücke einnehmen, anderntheils neu auftauchende Bildungen sind, zu denen auch aus den Bedeckungen bezogene Verknöcherungen sich gesellen, aber dessen ungeachtet noch von den Einrichtungen, wie sie bei den Selachiern bestehen, ableitbar sind. Der Kiefergaumenapparat der höheren Wirbelthiere muss daher auch, gleich dem der Selachier, als ein, aus einer Metamorphose des vordern Theils des Eingeweidegerüstes hervorgebildeter Skeletttheil betrachtet werden. Die Scheidung des Kopfskelets in einen animalen und vegetativen Theil, wobei der Schädel dem erstern, der Antlitztheil dem letztern entspricht, lässt sich hier sehr wohl rechtfertigen, da letzterer aus der Umwandlung eines Theils des Eingeweidegerüstes hervorgeht.

b) *Vom Kopfskelet im Besondern.*

aa) Vom Kopfskelet der Säugethiere.

αα) Schädel (*Cranium*).

Die Knochen, welche diesen bilden, sind die gleichen als wie beim Menschen. Nur ist ihre Zahl meistens grösser, weil mehrere, die beim Menschen nur in der Fötalperiode und beim Neugeborenen in einzelne Stücke getrennt sind, hier auch später noch gegliedert bleiben, wie dies

namentlich für das Hinterhaupts-, Keil- und Schläfenbein gilt, so dass die Zahl der Schädelknochen auf 12—16 sich steigert. Der hintere oder Hinterhauptbezirk des Schädels besteht aus dem Hinterhauptsbein (*Os occipitale* Fig. 470 *o*, Fig. 467 *o*), das in vier Stücke zu zerfallen pflegt, in ein Occipitale basilare, zwei Occipitalia lateralia und ein Occipitale superius. Das

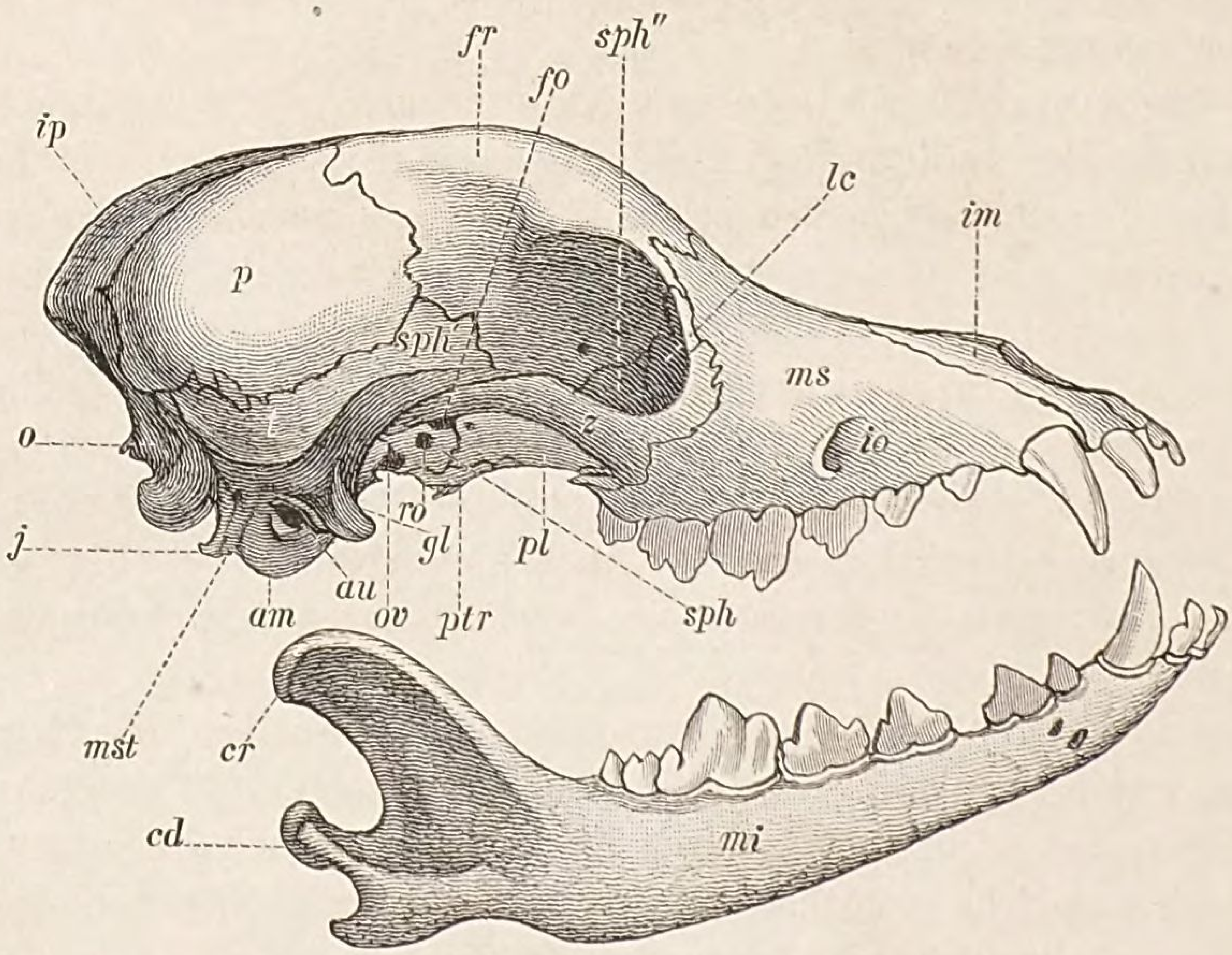


Fig. 470. Schädel vom Hunde (*Canis familiaris*), von der Seite angesehen. *o* Os occipitale. *p* Processus jugularis. *t* Schuppe des Schläfenbeins. *mst* Processus mastoïdeus des Schläfenbeins. *au* Aeusserer Gehörgang. *am* Bulla ossea des Paukentheils. *gl* Gelenkgrube des Schläfenbeins. *p* Scheitelbein. *ip* Os interparietale. *fr* Os frontale. *sph* Ala temporalis des Keilbeins, der Orbitalflügel ist nicht sichtbar, weil er vom Jochbogen gedeckt ist; was fälschlich mit *sph''* bezeichnet ist, gehört dem Gaumenbein (*p*). *fo* Foramen opticum. *ro* Foram. rotundum. *ov* Foramen ovale. *ptr* Proc. pterygoïdeus. *ms* Oberkieferbein. *io* Foramen infraorbitale. *pl* Os palatinum. *mi* Maxilla inf. *cd* Condylus maxillae. *cr* Processus coronoïdeus.

Basilare bildet den Körper des hintern Schädelwirbels (Fig. 471 *co*), während die übrigen dessen Bogentheil darstellen. Die Occipitalia lateralia sind die Träger der Condyli occipitis (Fig. 467 *con*) zur Verbindung mit dem Atlas. Der mittlere Schädelbezirk wird vom Keilbein (*Os sphenoïdeum*), vom Schläfenbein (*Os temporum*) und den beiden Scheitelbeinen (*Ossa parietalia*) gebildet. Er umschliesst den weitesten Theil der Schädelhöhle und entspricht mehr oder weniger dem mittleren Schädelwirbel. Das Keilbein (471 *sph sph'*) zerfällt in zwei Stücke, in ein hinteres (*Os sphenoïdeum posterius*) und ein vorderes Keilbein (*Os sphenoïdeum anterius*). Das erstere trägt die grossen oder Temporalflügel (*Alae majores*) nebst den Processus pterygoïdei, während das letztere die kleinen oder Orbitalflügel (*Alae minores*) trägt. Der Körper des hintern Keilbeins stellt den Körper des mittleren Schädelwirbels dar, während die grossen Flügel den Bogentheil bilden helfen. Bei manchen Säuge-

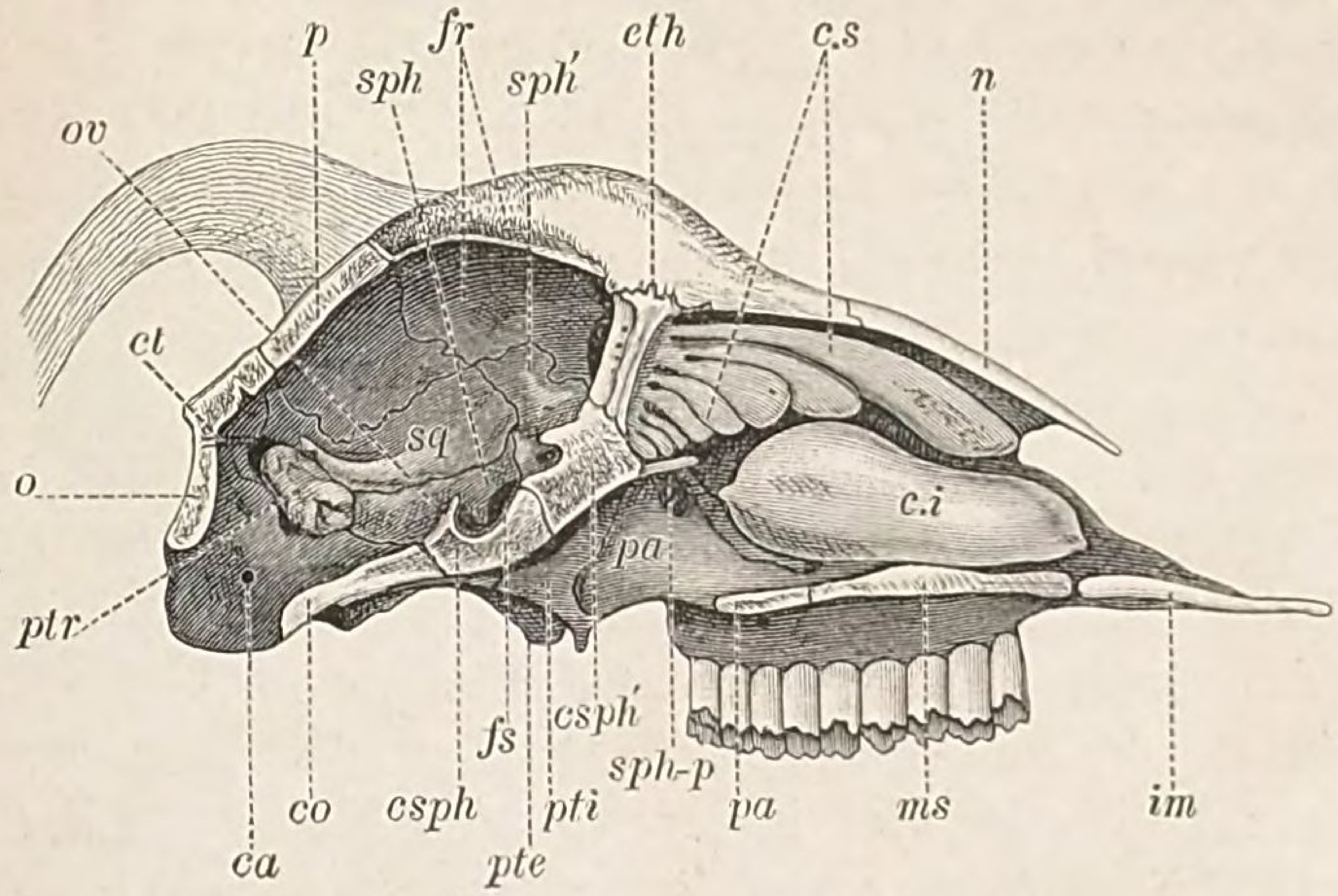


Fig. 471. Senkrechter Längsdurchschnitt des Kopfes vom Schaf (*Ovis*). *o* Os occipitale. *co* Körper desselben. *ca* For. condyloïdeum anterius. *sph* Hinteres Keilbein (*Os sphenoïdeum posterius*). *csph* Körper desselben. *ov* Foram. ovale. *fs* Fissura orbit. sup. mit dem Foram. rot. zusammengeflossen. *sph'* Vorderes Keilbein (*Os sphenoïdeum ant.*). *csph'* Körper desselben. *sq* Schuppe (*Pars squamosa*) des Schläfenbeins. *ptr* Os petrosum. *ct* Canalis temporalis. *p* Os parietale. *fr* Os frontale. *eth* Os ethmoïdeum. *c.s* Obere Nasenmuschel (*Concha sup.*). *c.i* Concha inf. *n* Os nasale. *ms* Os maxillare sup. *im* Os intermaxillare. *pa* Os palatinum. *pti* Os pterygoïdeum internum. *sph—p* Foramen sphenopalatinum.

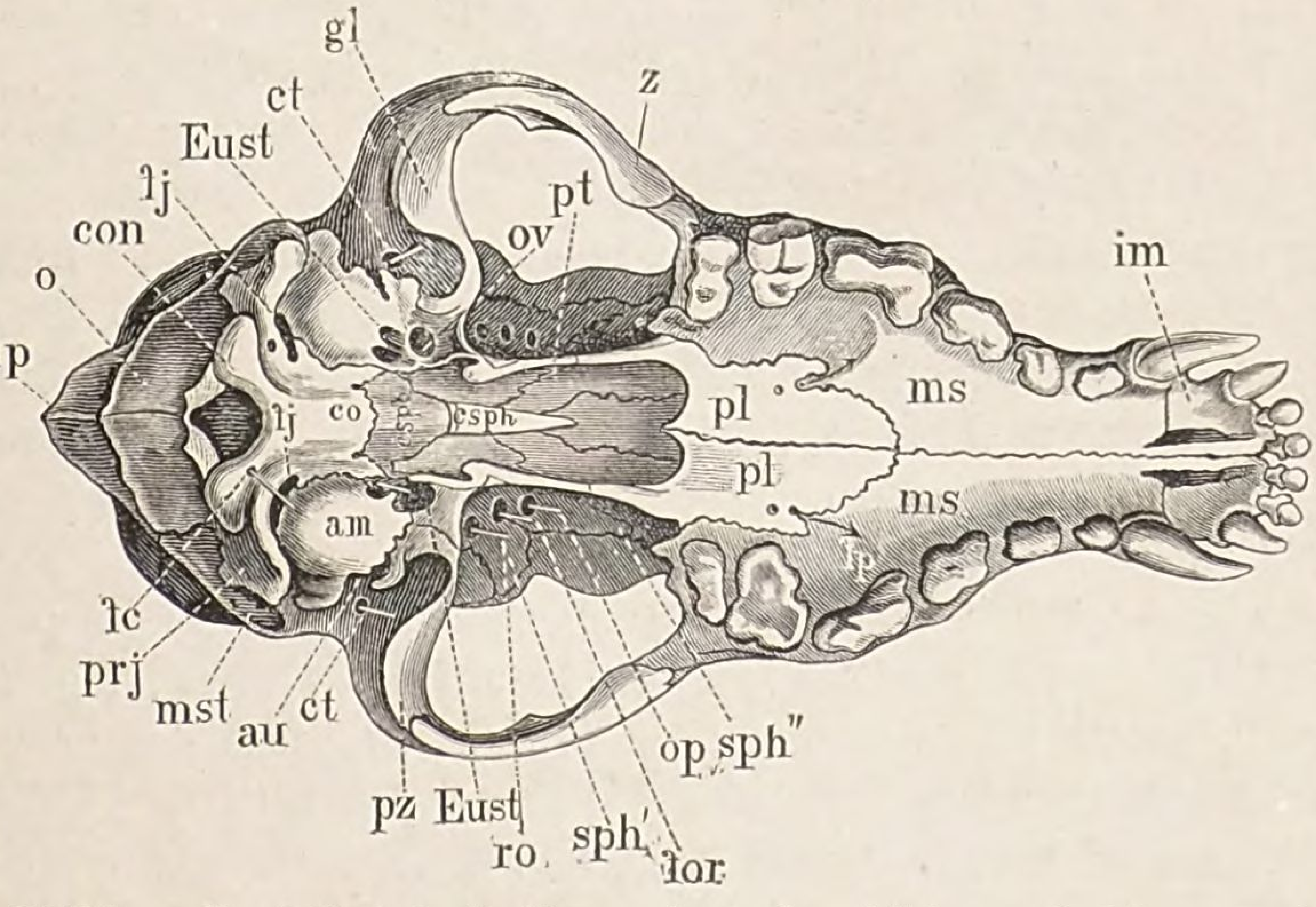


Fig. 472. Schädel vom Hund (*Canis familiaris*) von unten. *o* Os occipitale. *con* Condylus oss. occipitis. *fc* For. condyloïdeum anterius. *prj* Processus jugularis. *ip* Os interparietale. *co* Carpus ossi occipitis. *csph* Körper des hinteren und vorderen Keilbeins. *sph'* Grosser Keilbeinflügel. *sph''* Kleiner Keilbeinflügel. *ro* Foramen rotundum. *for* Fissura orbitalis sup. *op* Foram. opticum. *ov* Foram. ovale. *au* Aeusserer Gehörgang. *ct* Canalis temporalis. *am* Os tympanicum (*Bulla ossea*). *pz* Processus zygomaticus. *mst* Proc. mastoïdeus. *gl* Gelenkgrube für den Kopf des Unterkiefers. *pt* Os pterygoïdeum, die abgelöste Ala externa des Processus pterygoïdeus des Keilbeins. *Eust* Tuba Eustachii. *pl* Os palatinum. *ms* Os maxillare sup. *im* Os intermaxillare.

thieren bereitet sich, unter Rückbildung der Lamina externa des Processus pterygoïdeus eine Loslösung seiner Lamina s. Ala interna — die auch beim menschlichen Foetus ein getrenntes selbständiges Knochenstück ist, — vor,

die dann bei einigen Säugethieren (Robben, Canis u. a.), namentlich aber bei den Vögeln und Amphibien, soweit sich vollzieht, dass daraus ein selbstständiges Skeletstück — Os pterygoïdeum — wird (Fig. 472 *pt*), das nun zu einem wesentlichen Bestandtheil des Oberkiefergaumengerüstes sich umwandelt. Das Os pterygoïdeum ist eigentlich ein selbständiges Skeletstück, das nur beim Menschen und vielen Säugethieren, bei denen es seine Wichtigkeit für den Gaumen verloren hat, mit einem Fortsatze des hinteren Keilbeins verwächst, während es seine Selbständigkeit da behält, wo es zur Vergrösserung und Verlängerung des Gaumens dienen soll. Die Grösse der beiden Keilbeine ist verschieden, bald praevalirt die des hintern über das vordere (Nager, Edentaten, Carnivoren), bald ist aber auch das Umgekehrte der Fall (Einhufer, Wiederkäuer, Pachydermen, Cetaceen). Das vordere Keilbein wird immer von den beiden Sehnerven durchbrochen. Die beiden dadurch veranlassten Foramina optica sind, wenn sie auch noch so sehr einander sich nähern, in der Regel noch von einander geschieden. Nur sehr selten (Lepus, Pedetes) fliessen sie zusammen. Die Scheitelbeine (Fig. 470 *p*, Fig. 471 *p*) bilden den obern Schluss des mittleren Schädelwirbels, die bei manchen Säugethieren (Wiederkäuern, Einhufern, vielen Pachydermen, den Monotremen, vielen Carnivoren u. a.) grosse Neigung haben, frühzeitig unter einander zu verwachsen. Bei den meisten Säugethieren entwickelt sich zwischen denselben und dem oberen Theil des Os occipitale ein eigner kleiner, rundlicher Knochen — das Os interparietale, das gleichsam ein Fontanellknochen ist und früher oder später entweder mit den Scheitelbeinen oder mit dem Hinterhauptsbeine verwächst, oder seine Selbständigkeit behält. Zwischen Hinterhaupts-, Keil- und Scheitelbein hat theils an der Seite des Schädels, theils an dessen Basis das Schläfenbein seine Lage (Fig. 473 *t*, Fig. 474 *t*). Es ist der Hauptsache nach ein Gerüstknochen eines wichtigen Sinnesorganes. Es zerfällt meistens in drei (selten in vier) Stücke, nämlich 1) in das Os petrosum (Fig. 471 *pr*), 2) in das Os tympanicum (Fig. 473 *am*, Fig. 472 *am*) und 3) in das Os squamosum (Fig. 473 *t*). Während das Letztere den Träger des Unterkiefers abgibt und sich an den mittleren Schädelwirbel anlehnt, umschliessen die beiden Ersteren den mittleren und inneren Theil des Gehörapparates, das Tympanicum die Paukenhöhle und das Paukenfell, das Petrosum das Ohrlabyrinth. Das Tympanicum stellt ursprünglich einen oben offenen Ring dar, der bei manchen (Monotremen, Beutelthieren u. a.) bleibend sich erhält, bei andern aber wesentlich sich umgestaltet. Bei manchen Thieren (Nagern, Carnivoren u. a.) erfährt das Tympanicum eine blasige Auftreibung, was die s. g. Bulla ossea darstellt. Die beim Menschen unterscheidbare Pars mastoïdea, sowie der Processus mastoïdeus ist meistens nur schwach ausgebildet (Fig. 473 *mst*) und stellt bei Säugethieren nie ein selbständiges Knochenstück (*Os mastoïdeum*) dar.

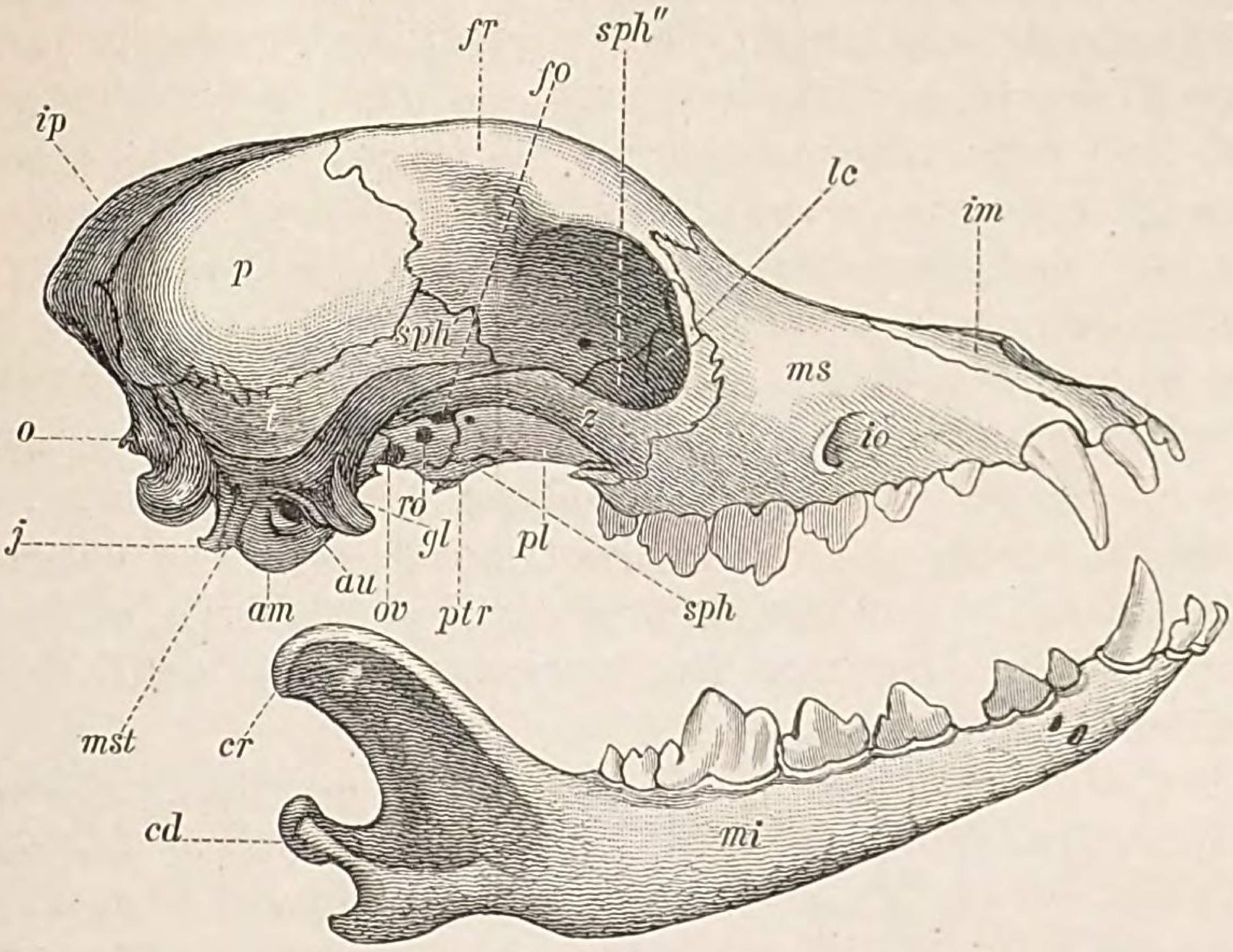


Fig. 473. Schädel vom Hunde (*Canis familiaris*), von der Seite angesehen. *o* Os occipitale. *p* Processus jugularis. *t* Schuppe des Schläfenbeins. *mst* Processus mastoïdeus des Schläfenbeins. *au* Aeusserer Gehörgang. *am* Bulla ossea des Paukentheils. *gl* Gelenkgrube des Schläfenbeins. *p* Scheitelbein. *ip* Os interparietale. *fr* Os frontale. *sph* Ala temporalis des Keilbeins, der Orbitalflügel ist nicht sichtbar, weil er vom Jochbogen gedeckt ist; was fälschlich mit *sph''* bezeichnet ist, gehört dem Gaumenbein (*p*). *fo* Foramen opticum. *ro* Foram. rotundum. *ov* Foramen ovale. *ptr* Proc. pterygoïdeus. *ms* Oberkieferbein. *io* Foramen infraorbitale. *pl* Os palatinum. *mi* Maxilla inf. *cd* Condylus maxillae. *cr* Processus coronoïdeus.

Der vordere Schädelbezirk, dem vordern Schädelwirbel entsprechend, wird hauptsächlich vom Stirn- und Siebbein gebildet (Fig. 473 *fr*, Fig. 471 *fr eth*), das Stirnbein (*Os frontale*) zerfällt in der Regel in zwei Hälften, die nur bei wenigen Säugethieren (Monotremen, Insectivoren, Chiropteren, Quadrumanen etc.) frühzeitig verschmelzen. Mit den kleinen Flügeln des vordern Keilbeins bildet es den Bogen des vordern Schädelwirbels, dessen Körper der vordere Keilbeinkörper ist. Die vordere Ausgangsöffnung der Höhlung des vordern Schädelwirbels wölbt sich zum Abschluss der Schädelhöhle zu und bedingt dadurch die mediane Stirnnaht. Nur ganz unten, zwischen den über den Augenhöhlen liegenden Abschnitten bleibt eine Lücke offen, welche vom Siebbein (Fig. 471 *eth*) ausgefüllt wird. Die, diese Lücke (*Incisura ethmoïdalis*) begrenzenden Orbitaltheile des Stirnbeines, welche vorzüglich die Decke der Orbita bilden, biegen sich bei vielen Säugethieren mit ihrem innern Theil sehr weit abwärts, so dass sie auch einen grossen Theil der innern Orbitalwand bilden. Namentlich ist dies dann der Fall, wenn, wie bei den Robben, beide Augenhöhlen einander sehr nahe rücken, ja am hinteren Ende von beiden Seiten mit einander zu einer unpaaren Platte verschmelzen (manche Affen, Robben und Nager). Das Siebbein ist wesentlich ein Gerüstknochen des

Riechapparates, der daher an der Bildung der Schädelhöhle einen geringen Antheil da nimmt, sein grösster Theil vielmehr in die Nase hineinragt und den Träger der Riechschleimhaut abgibt. — Die das Schädeldach bildenden Knochen (Hinterhauptsbein, Scheitelbein, Stirnbein) zeigen bei einzelnen Säugethieren bezüglich ihrer Lage und Ausdehnung zum Theil sehr grosse Verschiedenheiten. So gewinnen bei den hörnertragenden Wiederkäuern die Stirnbeine eine so bedeutende Grösse, dass sie sich des oberen Umfanges des Schädels grossentheils bemächtigen und die Scheitelbeine mehr zum Hinterhaupt zurückgedrängt werden. Beim Rinde geht dies soweit, dass die Scheitelbeine, die hier zugleich sehr frühe verwachsen, die Stelle einnehmen, welche sonst das Occipitale superius einnimmt, und dadurch mit zu Trägern der Ansätze der Nackenmuskeln werden. Nur ein schmaler Theil verlängert sich noch an die Seite des Schädels, an die Schläfe.

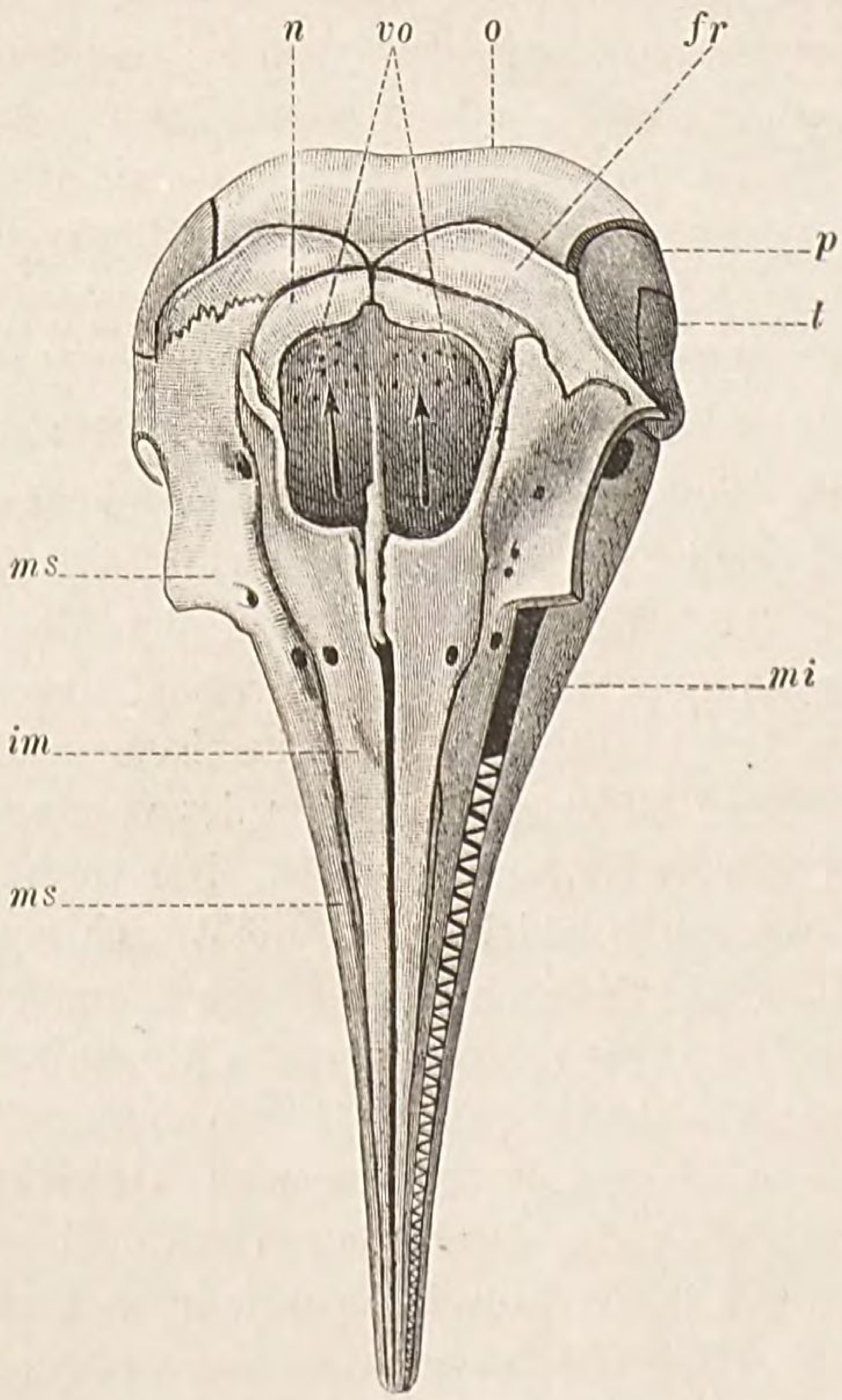


Fig. 474. Kopfskelet von Delphinus phocaena. *c* Hinterhauptsbein. *fr* Stirnbein. *p* Scheitelbein. *t* Schläfenbein. *n* Nasenbein. *vo* Pflugscharbein (*Vomer*). *ms* Oberkieferbein. *im* Zwischenkieferbein (Os intermaxillare). *mi* Unterkiefer.

Umgekehrt, als wie in vorliegendem Falle, verhalten sich Stirnbein und Hinterhauptsbein bei den Cetaceen, wo durch die aufrechte Stellung der Nasenhöhle und Verlegung ihrer vorderen Eingangsöffnungen an die Stirne (Fig. 474) die Stirnbeine zusammengedrückt und so nach der Seite gedrängt werden, dass sie kaum noch in der Mitte einander berühren. Der grösste Theil des Schädeldaches wird hier vom Hinterhauptsbein (*o*) gebildet, das so weit nach vorn sich ausdehnt, dass es, die Scheitelbeine auseinander, nach den Seiten drängend, mit den Stirnbeinen unmittelbar zusammenstösst und die Scheitelbeine (*p*) an die Schläfe zu liegen kommen. Auch bei den Robben (Fig. 437) sind die Stirnbeine (*p*) kleiner. Ihr grösster Theil (Orbitaltheil) bildet mit den Orbitalflügeln des Keilbeins die hintere Wand der Orbita, während der eigentliche

Stirntheil klein ist und in einen langen schmalen Nasentheil ausläuft, der sich zwischen die beiden Augenhöhlen legt.

Die Verbindungsweise der Schädelknochen ist die gleiche, wie beim Menschen, nämlich durch Naht. Nur zeichnen sich manche Säugethiere, wie viele Carnivoren (Mustela, Meles, Lutra u. a.) und Monotremen durch die Neigung zu früher Verwachsung ihrer Nähte aus.

Die Knochen des Schädels zeigen bei verschiedenen Säugethieren noch mancherlei Formbesonderheiten, von denen die auffälligsten hier noch berührt werden sollen. So erhebt sich 1) im späteren Alter auf dem Scheitel der Carnivoren u. a. ein kräftiger Knochenkamm, veranlasst durch die Entwicklung der kräftigen Schläfenmuskeln. Aehnliche Knochenleisten finden sich auch am Hinterhaupte beim Schwein u. a. Pachydermen, welche durch die starke Nackenmuskulatur hervorgerufen werden. Auch der Schädel des alten Orang-Utang, Gorilla u. a. zeigen solche Kamm- und Leistenbildungen, während den jungen Thieren dieselben noch fehlen; daher auch der Schädel letzterer abgerundeter und dem menschlichen ähnlicher erscheint, als der des alten Thieres, dessen kantige und eckige Gestalt in Verbindung mit dem stärkeren Hervortreten der Kau- und Beisswerkzeuge ihm mehr den Ausdruck der Thierheit und wilden Kraft gibt. 2) Gehören hierher Knochenbildungen, durch Verknöcherung sonst fibröser Gebilde entstanden. So gehört hierher das Vorkommen eines theilweise knöchernen Hirnzeltes (Fig. 475) bei den Carnivoren u. a., das an der Innenfläche der Scheitelbeine ansitzt. Ebenso das Vorkommen einer knöchernen Hirnsichel, wie dies z. B. beim Schnabelthier gefunden wird.

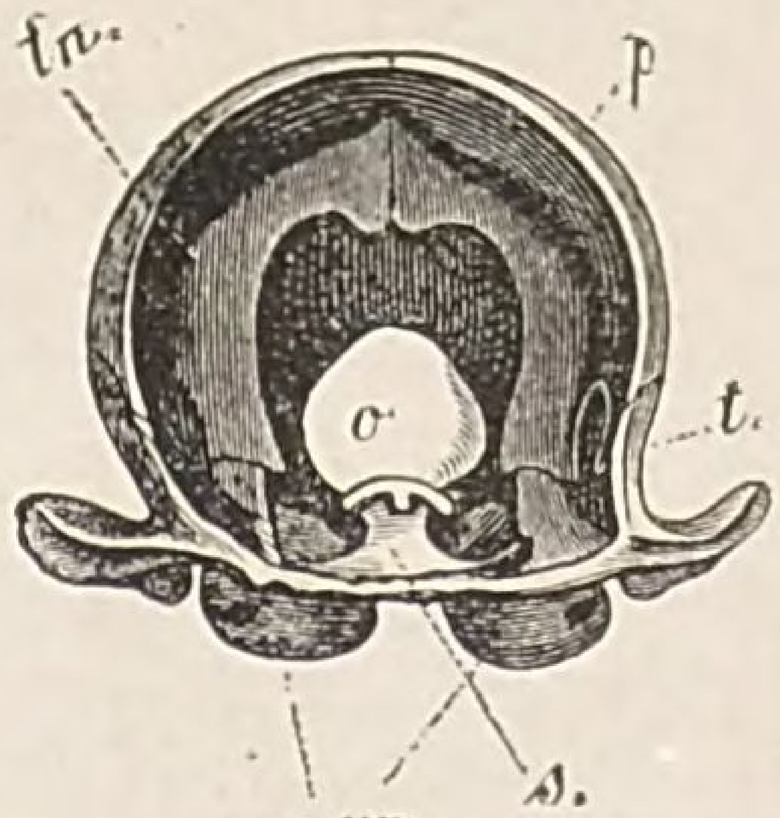


Fig. 475. Querdurchschnitt des Schädels der Katze (*Felis catus*), um das knöcherne Hirnzelt (*Tentorium cerebelli*) sichtbar zu machen. *tn* Knöchernes Hirnzelt. *o* Hinterhauptsloch. *s* Sattellehne. *p* Scheitelbein (*Os parietale*). *t* Schläfenbeinschuppe. *am* Ampulla ossea.

Beim Schwein, manchen Nagern (Hydrochoërus u. a.), Wiederkäuern, Einhufern u. a. ragt von den Occipitalia lateralia ein langer Fortsatz abwärts — Processus jugularis s. paramastoïdeus hervor, der von den Thier-Aerzten irrthümlich als Processus mastoïdeus angesehen wurde.

Ferner gehört hierher die Entwicklung von Knochenzapfen (Fig. 476) auf dem Stirnbein der Wiederkäuer zur Bildung von Hörnern und Geweihen. Die Bildung derselben ist indess eine verschiedene. Die Hörner stellen eine mächtige verhornte Epidermisbildung dar, deren Matrix die den Stirnzapfen überziehende äussere Körperhaut ist. Der Stirnzapfen ist nur Träger des Hornes, nicht das Horn selbst, während die Bildung der Geweihe aus

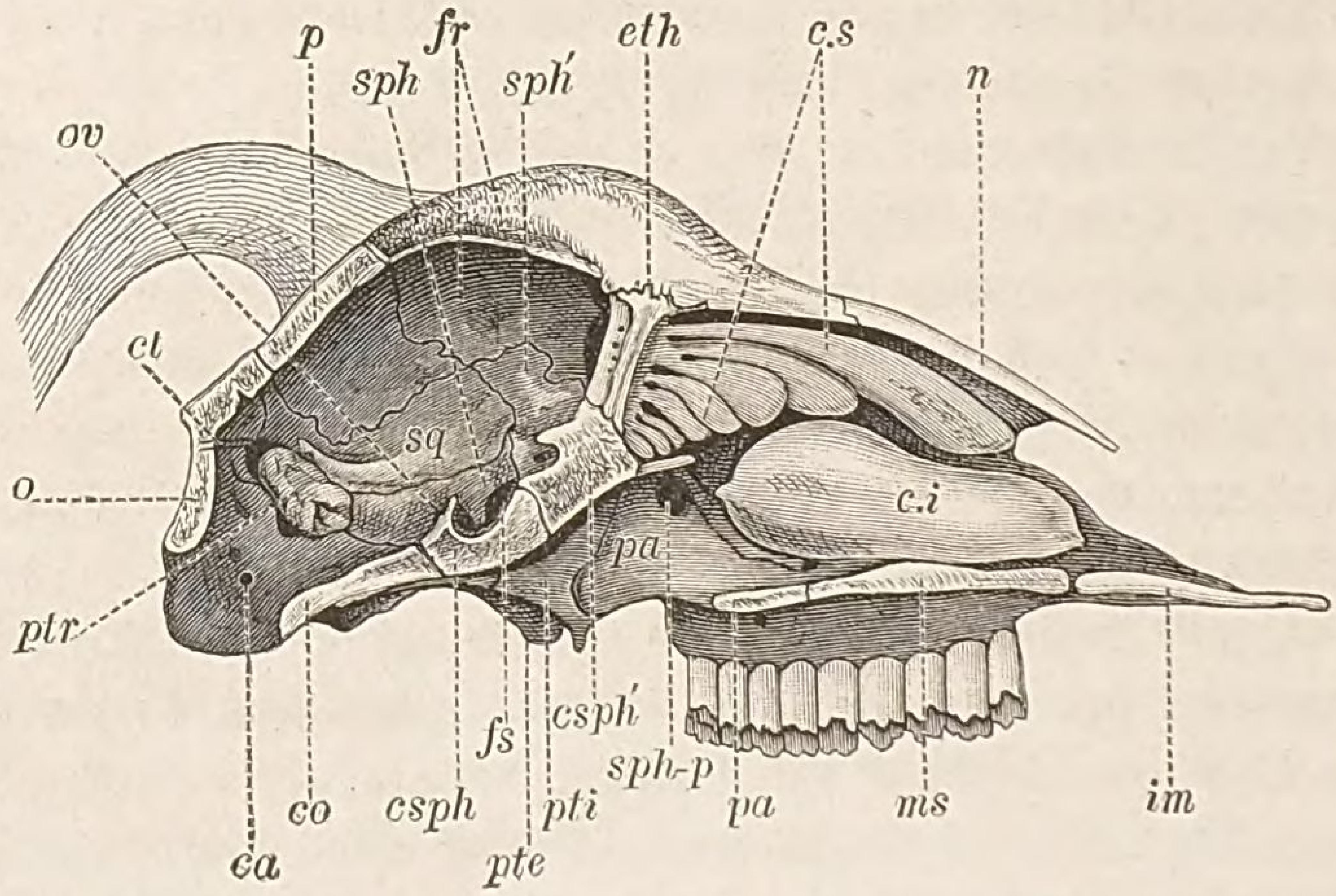


Fig. 476. Senkrechter Längsdurchschnitt des Kopfes vom Schaf (*Ovis*). *o* Os occipitale. *co* Körper desselben. *ca* For. condyloïdeum anterius. *sph* Hinteres Keilbein (*Os sphenoïdeum posterius*). *csph* Körper desselben. *ov* Foram. ovale. *fs* Fissura orbit. sup., mit dem Foram. rot. zusammengeflossen. *sph'* Vorderes Keilbein (*Os sphenoïdeum ant.*). *csph'* Körper desselben. *sq* Schuppe (*Pars squamosa*) des Schläfenbeins. *ptr* Os petrosum. *ct* Canalis temporalis. *p* Os parietale. *fr* Os frontale. *eth* Os ethmoïdeum. *c.s* Obere Nasenmuschel (*Concha sup.*). *c.i* Concha inf. *n* Os nasale. *ms* Os maxillare sup. *im* Os intermaxillare. *pa* Os palatinum. *pti* Os pterygoïdeum internum. *sph—p* Foramen sphenopalatinum.

dem Stirnzapfen selbst hervorgeht. So lange der letztere noch knorpelich weich und gefässreich ist, wird er zwar auch von der äusseren Haut überzogen, aber diese wird abgestreift (der s. g. Bast), sobald der Härtungsprozess des Stirnzapfens vollendet ist.

Zu den Formeigenthümlichkeiten einzelner Säugethierschädel sind auch noch Verschiedenheiten zu rechnen, welche manche, Blutgefässen zum Durchtritt dienende Knochenöffnungen darbieten. So ist das Foramen jugulare bei manchen Säugethieren (Wiederkäuern, Einhufern, Nagern, manchen Carnivoren) sehr eng und klein (Fig. 478 *fj*), da das Blut der Schädelhöhle weniger durch die, dann auch sehr schwach entwickelte Vena jugularis interna, als vielmehr auf andern Wegen ausgeführt wird. So wird es entweder

a) wie bei den Wiederkäuern (Fig. 476 *ct*), dem Pferde und vielen Nagern, manchen Carnivoren (Canis) (Fig. 478 *ct*), auch einigen Affen (Cebus, Cercopithecus), theils durch eine Oeffnung im Schläfenbein (*Foramen s. Canalis temporalis*) in die Wurzel der Vena jugularis externa abgeführt, theils
b) gelangt es durch einen nach dem Foramen occipitale magnum leitenden kurzen Canal in die Venen des Wirbelcanals, oder es wird
c) bei andern (Felis u. a.) vorwiegend auf letzterem Wege in den Canal der Wirbelsäule abgeleitet.

Die erwähnte Oeffnung im Schläfenbein erhält sich spurweise zum Theil auch da noch, wo bereits das Foramen jugulare den Hauptabzugsweg des venösen

Blutes der Schädelhöhle abgibt, wie man es bei manchen Affen und hie und da auch beim Menschen findet.

ββ) Antlitztheil des Kopfes oder Kiefergaumengerüstes der Säugethiere.

Er zerfällt in den unbeweglich mit dem Schädel verbundenen Oberkiefertheil und in den beweglichen Unterkiefer. Die Knochen, welche den Antlitztheil des Kopfes zusammensetzen, sind ebenso, wie die des Schädels, zahlreicher, als beim Menschen, weil auch hier einzelne Knochen, die bei Menschen ungetheilt zu sein pflegen, in mehrere Stücke zerfallen. So zerfallen namentlich die beiden Oberkieferbeine jederseits in zwei Stücke, in das eigentliche Oberkieferbein (Fig. 477 *ms*), den Träger der Eck- und Backenzähne, und in das Zwischenkieferbein, welches den Träger der

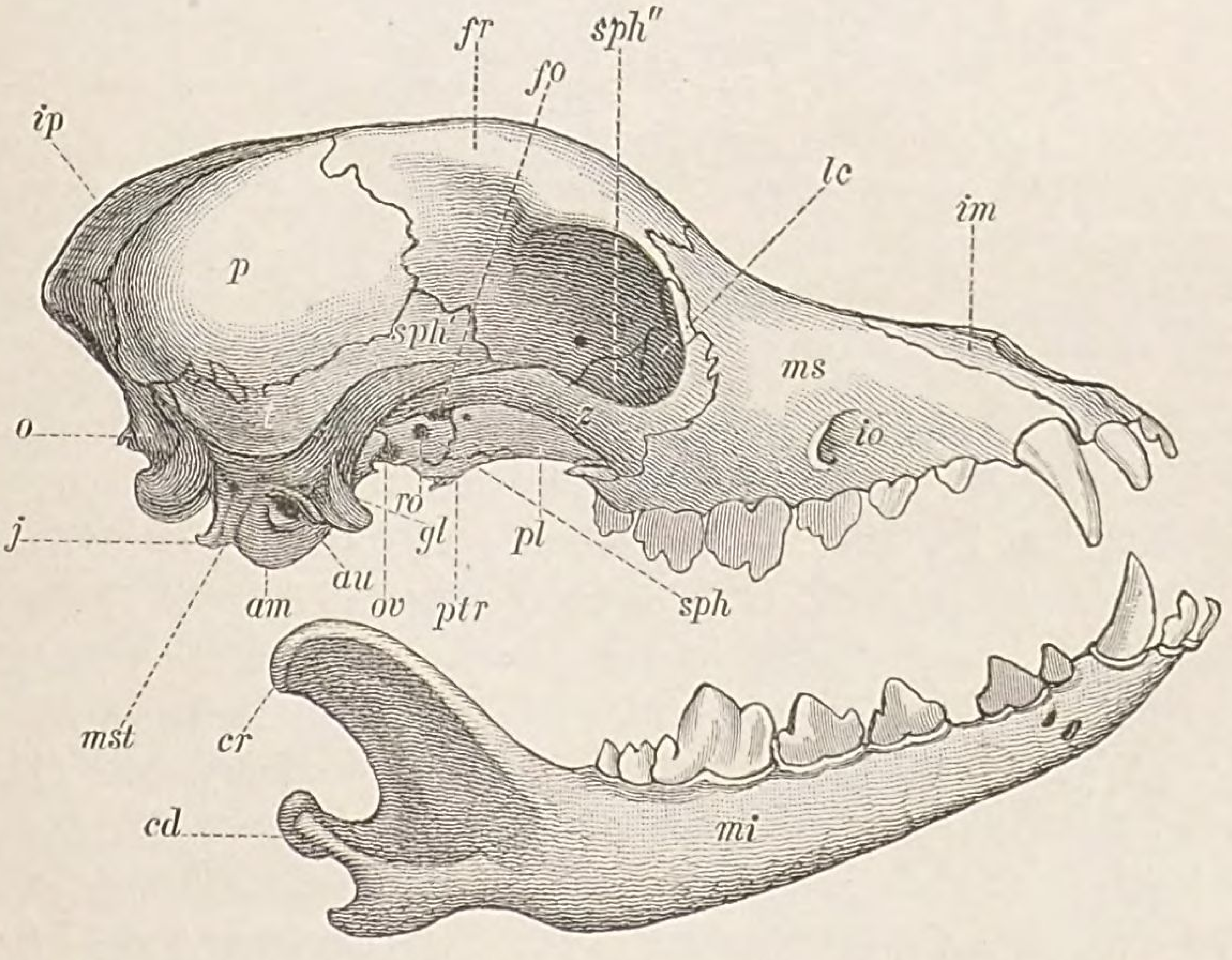


Fig. 477. Schädel vom Hunde (*Canis familiaris*), von der Seite angesehen. *o* Os occipitale. *p* Processus jugularis. *t* Schuppe des Schläfenbeins. *mst* Processus mastoïdeus des Schläfenbeins. *au* Aeusserer Gehörgang. *am* Bulla ossea des Paukentheils. *gl* Gelenkgrube des Schläfenbeins. *p* Scheitelbein. *ip* Os interparietale. *fr* Os frontale. *sph* Ala temporalis des Keilbeins. Der Orbitalflügel ist nicht sichtbar, weil er vom Jochbogen gedeckt ist; was fälschlich mit *sph″* bezeichnet ist, gehört dem Gaumenbein (*pl*). *fo* Foramen opticum. *ro* Foram. rotundum. *ov* Foramen ovale. *ptr* Proc. pterygoïdeus. *ms* Oberkieferbein. *io* Foramen infraorbitale. *pl* Os palatinum. *mi* Maxilla inf. *cd* Condylus maxillae. *cr* Processus coronoïdeus.

Schneidezähne abgibt. Bei einigen Säugethieren (Robben, Canis u. a.) wird die Zahl der einzelnen Glieder des Antlitztheils auch noch dadurch vermehrt, dass die Ala interna des Processus pterygoïdeus sich als Flügelbein (*Os pterygoïdeum*) ablöst (Fig. 478 *pt*) und bei den Thieren der nächstfolgenden Classen sich zu einem wichtigen Bestandtheil des Kiefergaumengerüstes umbildet. Uebrigens können manche beim Menschen doppelte Knochen durch Verwachsung auch unpaar werden, wie dies nament-

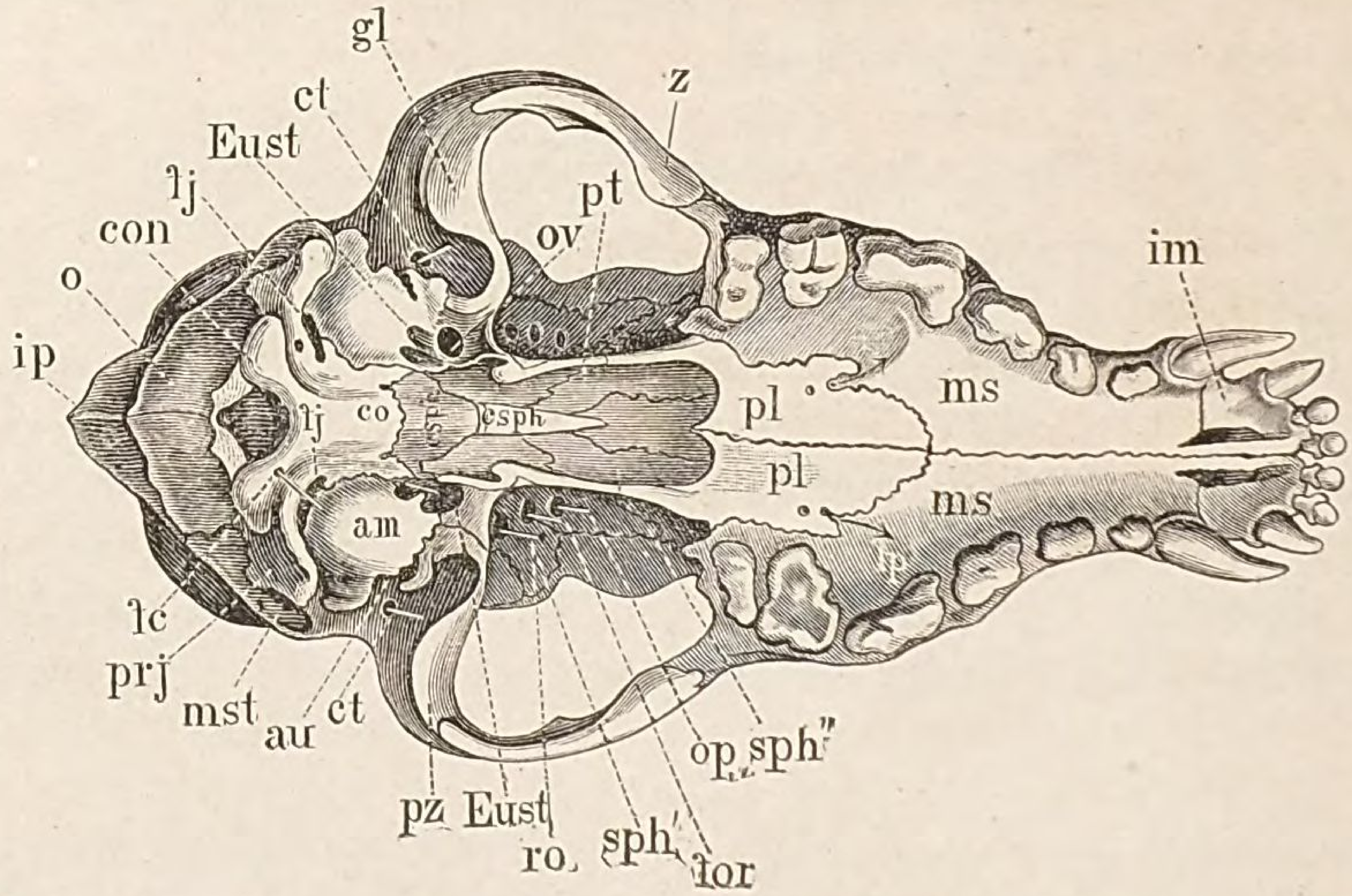


Fig. 478. Schädel vom Hund (*Canis familiaris*) von unten. *o* Os occipitale. *con* Condylus oss. occipitis. *fc* For. condyloïdeum anterius. *prj* Processus jugularis. *ip* Os interparietale. *co* Carpus ossi occipitis. *csph* Körper des hinteren und vorderen Keilbeins. *sph'* Grosser Keilbeinflügel. *sph''* Kleiner Keilbeinflügel. *ro* Foramen rotundum. *for* Fissura orbitalis sup. *op* Foram. opticum. *ov* Foram. ovale. *au* Aeusserer Gehörgang. *ct* Canalis temporalis. *am* Os tympanicum (*Bulla ossea*). *pz* Processus zygomaticus. *mst* Proc. mastoïdeus. *gl* Gelenkgrube für den Kopf des Unterkiefers. *pt* Os pterygoïdeum, die abgelöste Ala externa des Processus pterygoïdeus des Keilbeins. *Eust* Tuba Eustachii. *pl* Os palatinum. *ms* Os maxillare sup. *im* Os intermaxillare.

lich von den Nasenbeinen mancher Affen gilt. So kann die Zahl der Antlitzknochen mindestens 15 betragen, aber sich bis auf 18 steigern.

Die Knochen des Oberkiefergerüstes sind nun: 1) die beiden Oberkieferbeine (*Ossa maxillaria superiora*) (Fig. 477 *ms*); 2) die beiden Zwischenkieferbeine (*Ossa intermaxillaria s. incisiva* [*im*]); 3) die Nasenbeine (*Ossa nasalia* [Fig. 480 *z*]); 4) die Jochbeine (*Ossa zygomatica* [Fig. 477 *z*]); 5) die Thränenbeine (*Ossa lacrymalia* [Fig. 479 *lc*]); 6) die Gaumenbeine (*Ossa palatina* [Fig. 478 *pl*]); 7) die Muschelbeine oder unteren Nasenmuscheln (*Ossa turbinata s. Conchae inferiores* [Fig. 476 *c.i*]); 8) die Flügelbeine (*Ossa pterygoïdea*) und endlich 9) das Pflugscharbein (*Vomer*).

Der Unterkiefertheil des Antlitzes besteht aus dem Unterkiefer (*Maxilla inferior s. Os maxillare inferius* [Fig. 479 *mi*]), dessen beide Seitenhälften oft (wie bei den Cetaceen, Wiederkäuern, Monotremen, Beutelthieren, Edentaten, Nagern, vielen Carnivoren u. a.) den grössten Theil des Lebens hindurch getrennt bleiben. Nur bei den Affen, Chiropteren, Pachydermen, Einhufern und beim Menschen verwachsen sie sehr frühe mit einander.

Zu diesen typischen Antlitzknochen gesellen sich bei manchen Säugethieren noch accessorische hinzu. So kommt beim Schwein und Maulwurf vor den Zwischenkieferbeinen der sogenannte Rüsselknochen

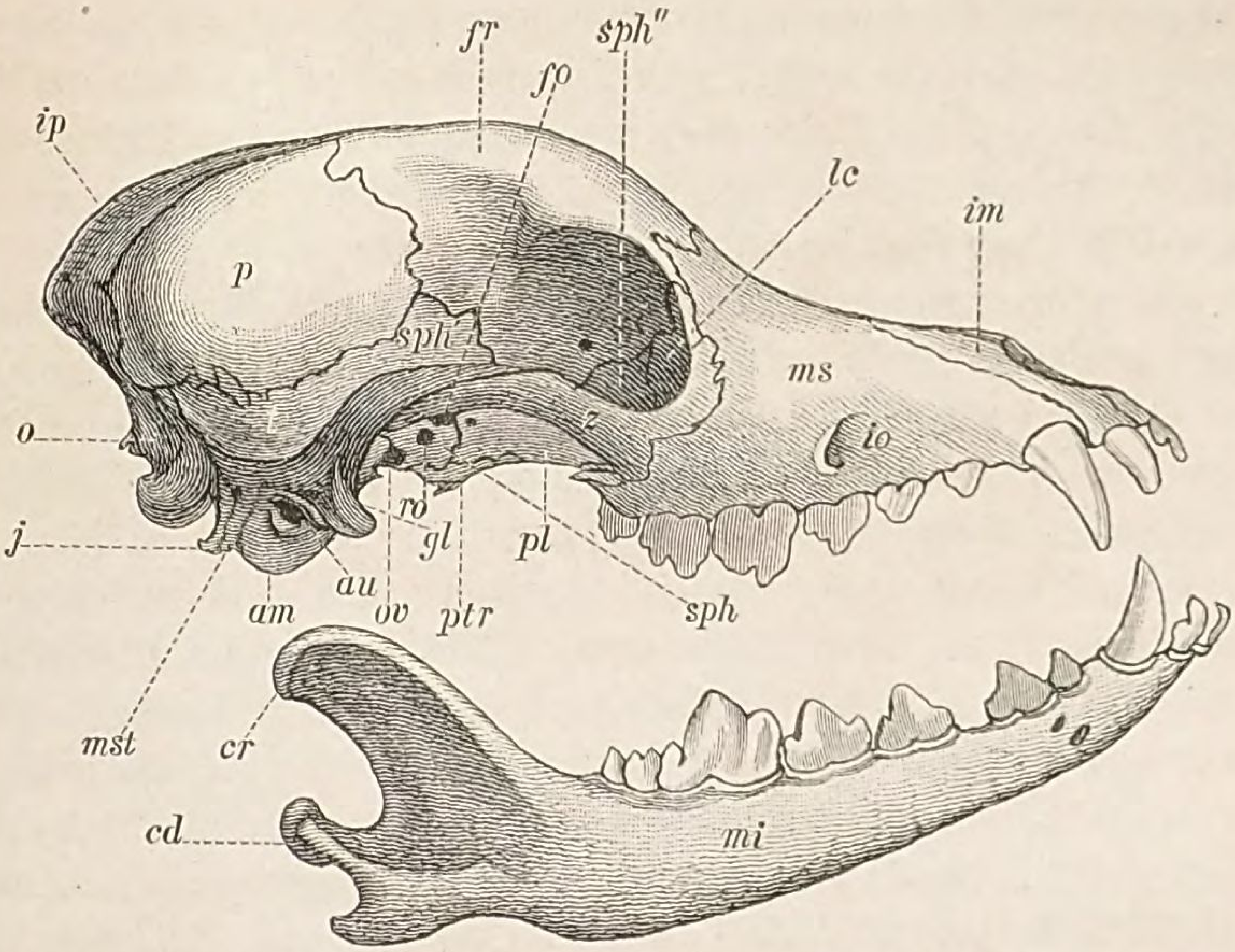


Fig. 479. Schädel vom Hunde (*Canis familiaris*), von der Seite angesehen. *o* Os occipitale. *p* Processus jugularis. *t* Schuppe des Schläfenbeins. *mst* Processus mastoïdeus des Schläfenbeins. *au* Aeusserer Gehörgang. *am* Bulla ossea des Paukentheils. *gl* Gelenkgrube des Schläfenbeins. *p* Scheitelbein. *ip* Os interparietale. *fr* Os frontale. *sph* Ala temporalis des Keilbeins. Der Orbitalflügel ist nicht sichtbar, weil er vom Jochbogen gedeckt ist; was fälschlich mit *sph''* bezeichnet ist, gehört dem Gaumenbein (*pl*). *fo* Foramen opticum. *ro* Foram. rotundum. *ov* Foramen ovale. *ptr* Proc. pterygoïdeus. *ms* Oberkieferbein. *io* Foramen infraorbitale. *pl* Os palatinum. *mi* Maxilla inf. *cd* Condylus maxillae. *cr* Processus coronoïdeus.

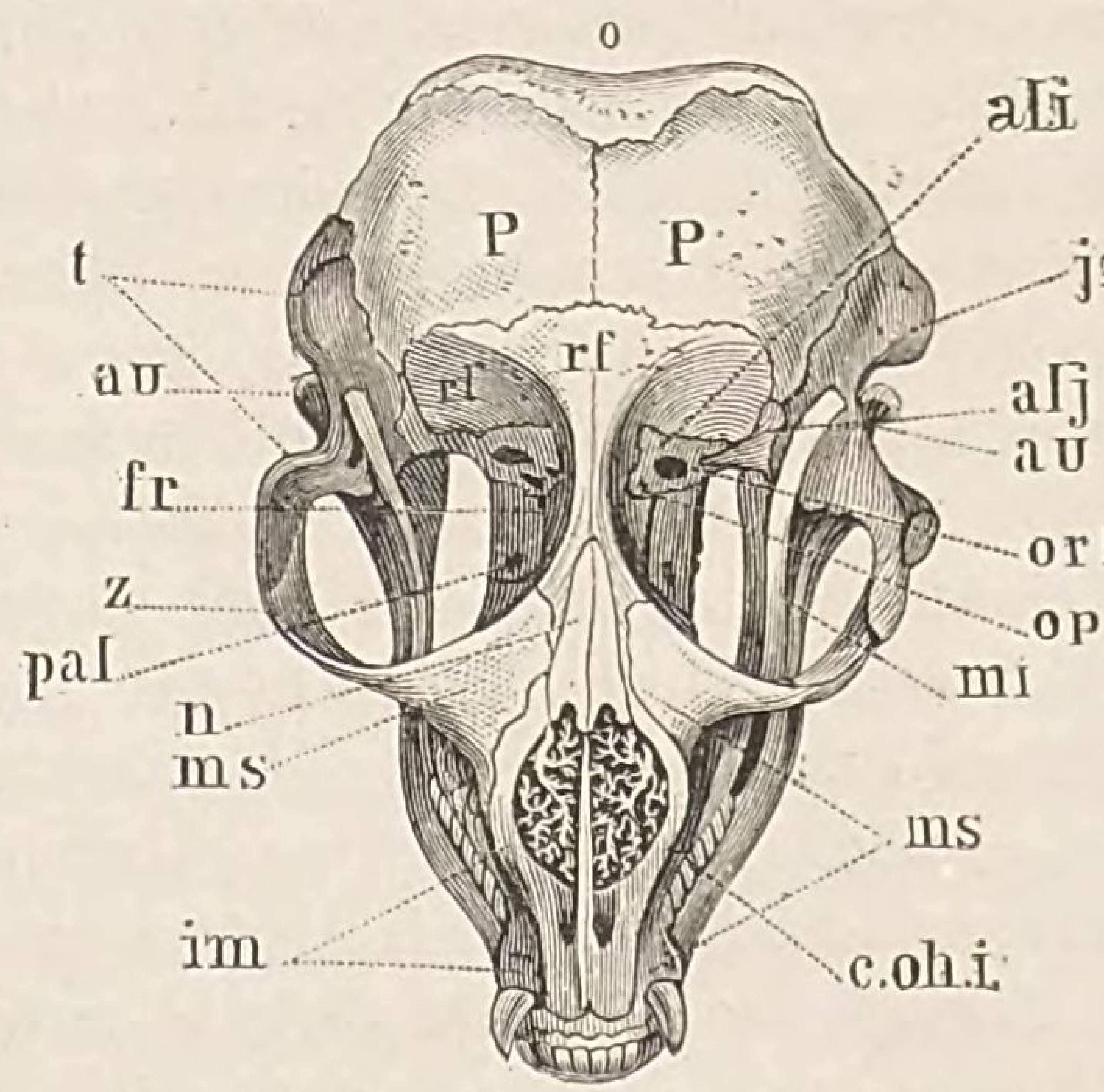


Fig. 480. Schädel von Phoca grönlandica. *o* Os occipitale. *p* Ossa parietalia. *fr* Ossa frontalia (die Zeichnung *rf* ist falsch und soll *fr* sein). *t* Schläfenbein. *au* Aeusserer Gehörgang. *ali* Kleiner Flügel des Keilbeins. *alj* Grosser Flügel desselben. *orb.s* Fiss. orbital. sup. *op* Foram. opticum. *ms* Maxilla superior. *n* Oss. nasalia. *z* Os zygomaticum. *pal* Os palatinum. *cch.i* (statt *c.oh.i*) Conchae inferiores (Nasenmuscheln). *mi* Unterkiefer (*Maxilla infer.*).

vor, welcher dem Rüssel eine Stütze gewährt und zur Unterstützung der Tastfunction des letzteren eine feste Unterlage abgibt. So gehört hierher auch das Os praenasale beim Faulthier und das Os praemaxillare beim Schnabelthier und beim Ameisenigel.

Von den Eigenthümlichkeiten, wodurch der Antlitztheil des Kopfes mancher Säugethiere noch sich auszeichnet, dürften insbesondere noch folgende hervorzuheben sein. So die Erweiterung des Canalis infraorbitalis zu einer sehr weiten Höhlung für die Aufnahme des Ursprungs des Musc. masseter, wie man Solches namentlich bei einigen Nagern (Hydrochoërus, Hystrix) findet.

Ferner gehört hierher die Umgestaltung des Processus zygomaticus des Oberkieferbeins zu einem Knochengewölbe beim Backenthier oder dem Paka (*Coelogenys*) für die Aufnahme der Backentasche.

Dann kann auch noch hierher gezählt werden der, das Horn auf der Nase tragende Knochenhügel beim Nashorn.

Endlich sei hier auch noch der wichtigsten Verschiedenheiten und Eigenthümlichkeiten gedacht, welche die Augenhöhle und knöcherne Nasenhöhle bei verschiedenen Säugethieren darbieten.

Was die Augenhöhlen (*Orbitae*) zunächst anbelangt, so kommen nur die der Affen in Form und Bau mit den menschlichen überein, während die der übrigen Säugethiere mehr oder weniger sich abweichend verhalten.

Bei den Affen ist die Gestalt der Augenhöhle, ihre Umschliessung durch Knochenwände und deren Durchbrechung von Oeffnungen (*Foramen opticum*), Canälen (*Canalis infraorbitalis*, *Canalis lacrymalis*) und Spalten (*Fissurae orbitales, superior* und *inferior*) nahezu die gleiche, wie beim Menschen. Auch die Knochen, welche ihre Wände bilden, sind dieselben wie beim Menschen, nämlich das Keilbein, Stirnbein und Siebbein von Seiten der Schädelknochen und das Oberkieferbein, Jochbein, Gaumenbein und Thränenbein von Seiten der Knochen des Antlitzes. Nur ist die Grösse des Antheils, den die einzelnen Knochen an der Bildung der Wände nehmen, schon bei den Affen nicht mehr die gleiche, wie beim Menschen, und bei den übrigen Säugethieren werden dadurch, dass sich der Antheil an der Bildung der Augenhöhlenwände bald vergrössert, bald verkleinert, oder einzelne sogar von jeder Theilnahme verdrängt werden, sehr bedeutende Abweichungen von der menschlichen Orbita veranlasst.

So greift die Orbitalplatte des Stirnbeins schon bei vielen Affen an der Nasenwand der Orbita weit herab und verschmilzt selbst an ihrem hintern Theile oft (beim Cebus u. a.) mit derselben Platte der andern Seite zu einem medianen Knochenblatt, einem Knochenseptum (*Septum interorbitale*), das allein noch beide Orbitae von einander trennt, so dass die sonst zwischen letzteren befindliche Nasenhöhle hier ganz vom Schädel verdrängt wird. Dadurch ist nun auch die Orbitalplatte des Siebbeins weiter abwärts gedrängt, und hilft zum Theil auch die untere Orbitalwand mit bilden.

Bei den andern Säugethieren treten aber schon weiter gehende Abänderungen auf. Der Orbitaltheil des Stirnbeins rückt mehr oder weniger an die innere Wand der Orbita, wodurch die obere mehr defekt wird.

Die untere Orbitalwand fällt dadurch zum grossen Theil auch weg, dass der Umfang der Orbitaseite des Oberkieferbeins sich verringert. Indem ferner die Verbindung, welche bei den Affen noch zwischen dem Stirnbein, dem Temporalflügel des Keilbeins und dem Jochbein bestand, sich löst und letzterer Knochen weit von beiden ersteren sich entfernt, kommt schliess-

lich auch die äussere Wand der Orbita in Wegfall, wodurch letztere nach der Schläfe ganz offen wird. So kommt es, dass bei manchen Säugethieren (Canis, Robbe u. a.) die Augenhöhle fast nur eine, nämlich die innere, Wand besitzt (Fig. 479). Bei andern (Wiederkäuern, Einhufern) bleibt die Schläfenwand in ihrem vordersten Theil dadurch noch geschlossen, dass der Stirnfortsatz des Jochbeins und der Jochfortsatz des Stirnbeins eine schmale Verbindungsbrücke mit einander bilden und so die Antlitzöffnung der Orbita als einen geschlossenen Knochenring erscheinen lässt. Bei andern, wie bei Felis u. a., wo die beiden genannten Fortsätze einander nicht erreichen, wird dieser ringförmige Schluss durch einen beide verbindenden Bandstreifen bewirkt.

Dieser Mangel eines Theils der knöchernen Orbitalwände wird indess, da die Kegelform der Augenhöhle ein Erforderniss für die Bewegung des Augapfels ist, — durch elastische faserhäutige (oder selbst muskulöse) Wände, die an der Stelle der fehlenden Knochen ausgespannt sind, ergänzt. Dass die Augenhöhlen beim Menschen und den Affen ganz von Knochenwänden gebildet sind, während bei den übrigen Säugethieren ein Theil der letzteren nur häutig vertreten ist, hängt von der Verschiedenheit des Muskelapparates dieser Thiere ab (vergl. unter Muskelapparat des Auges).

Weitere Abänderungen in der Anordnung der Knochen der Orbita betreffen das Oberkieferbein, Gaumenbein, Siebbein und Thränenbein. Die Orbitalseite des Os maxillare superius ist bedeutend verkleinert, dagegen der Orbitaltheil des Gaumenbeins ansehnlich vergrössert, der aber nicht zur Vervollständigung der untern Orbitawand, hinter das Oberkieferbein, — sondern zur Vervollständigung des untern Theils der innern oder nasalen Orbitawand nach innen gerückt ist und (bei Canis, Felis u. a.) sowohl mit dem Orbitalflügel des Keilbeins, als auch besonders mit dem Orbitatheil des Stirnbeins sich verbindet.

Dadurch wurde eine wesentliche weitere Abänderung veranlasst, die nämlich, dass das Siebbein von der Theilnahme an der Bildung der innern Wand der Orbita ausgeschlossen und ganz in die Nasenhöhle zurückgedrängt wurde.

Auch das Thränenbein zeigt einige Verschiedenheiten, indem es bei manchen Säugethieren (Affen, Carnivoren u. a.) noch klein ist und noch ganz in der Augenhöhle liegt oder kaum noch an der Bildung des innern Orbitalrandes sich betheiligt, bei andern (Wiederkäuern u. a.) dagegen so mächtig wird, dass es aus der Orbita hervortritt an die vordere Antlitzfläche und, zwischen Jochbein, Oberkieferbein und Stirnbein eingreifend, ein ansehnliches Glied des knöchernen Antlitzes darstellt.

Die Nasenhöhle (*Cavum nasi*), welche das Riechorgan zu bergen bestimmt ist, zerfällt bei allen Säugethieren, wie beim Menschen, durch

ein medianes Septum (*Septum nasi*) in zwei einander gleiche Seitenhälften. Sie liegt zwischen beiden Augenhöhlen, die Mitte des vordersten Theils des Bodens der Schädelhöhle über sich und die Mundhöhle unter sich habend. Die beiden Augenhöhlen scheidet sie von einander um das Maass ihres transversalen Durchmessers. Bei den Robben verschmälert sich indess der zwischen beiden Orbitae liegende Nasenbezirk sehr ansehnlich, so dass erstere sich einander sehr viel mehr nähern, als bei den meisten übrigen Säugethieren (Fig. 480). Bei manchen, wie bei einigen Affen (Cebus u. a.), manchen Nagern (z. B. Lepus u. a.) und selbst schon den Robben geht dies soweit, dass die beiderseitigen, dem Stirnbein angehörigen Knochenwände nach hinten und oben mit einander zu einem medianen Septum interorbitale verwachsen, dadurch die Nasenhöhle grösstentheils vom Schädel entfernt und nur noch vorn und oben, an der Eintrittsstelle der Riechnerven, mit diesem in Verbindung bleibt.

Mit ihrem Längsdurchmesser liegt die Nasenhöhle wesentlich horizontal mit vorn über dem Maule stehenden Eingangs- und hinten nach dem Schlundkopfe führenden Ausgangsöffnungen.

Die Knochen, welche an der Bildung ihrer Wände sich betheiligen, sind die gleichen, wie beim Menschen, nämlich von Seiten der Schädelknochen das Stirnbein, Siebbein und Keilbein; von Seiten der Antlitzknochen: die Oberkiefer-, Zwischenkiefer-, Nasen-, Thränen-, Gaumen- und Muschelbeine, und das Pflugscharbein (*Vomer*). Die äussern Seitenwände beider Hälften der Nasenhöhle tragen, wie beim Menschen, jene zur Vergrösserung der Oberfläche und Verengerung des Durchgangs der Athmungsluft dienenden länglichen, wulstförmigen Erhebungen (Fig. 481 *c.s*, *c.i*), welche die Nasenmuscheln heissen, deren Ausbildung und Formen grosse Verschiedenheiten zeigen. Bei Carnivoren, Robben u. a. sind diese namentlich von complicirter, baumartig verästelter Form (Fig. 480 *cch.i*).

Abweichend in Lage und Richtung verhält sich die Nasenhöhle der Cetaceen. Hier hat sie nämlich, statt der gewöhnlichen horizontalen Lage (Fig. 481) eine verticale Stellung erhalten, so dass die sonst vordern Nasenöffnungen aufwärts sehen und vor der Stirn ihre Lage nehmen (Fig. 482). Diese Richtungsänderung hat nun auch eine wesentliche Aenderung der Lage der Knochen sowohl des Schädels als auch des Antlitztheiles zur Folge. Die Knochen, welche sonst über der Nasenhöhle, deren Decke bildend, lagen, sind nun nach hinten gedrängt, gleichsam auf den Schädel hinauf geschoben. Nur die beiden Oberkieferbeine mit den Zwischenkieferbeinen und der Unterkiefer bilden allein den schnauzenartig vorspringenden Antlitztheil.

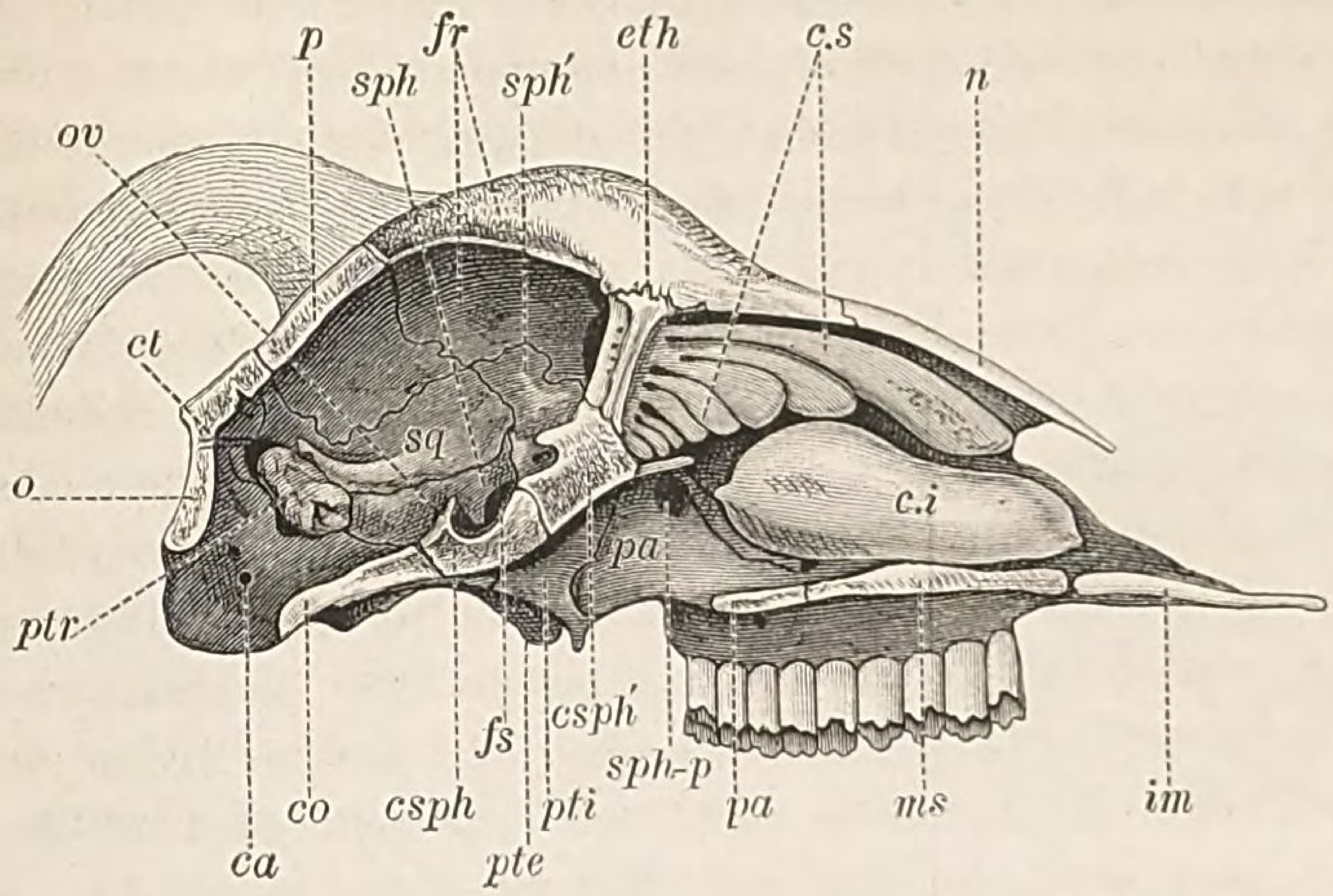


Fig. 481. Senkrechter Längsdurchschnitt des Kopfes vom Schaf (*Ovis*). *o* Os occipitale. *co* Körper desselben. *ca* For. condyloïdeum anterius. *sph* Hinteres Keilbein (*Os sphenoïdeum posterius*). *csph* Körper desselben. *ov* Foram. ovale. *fs* Fissura orbit. sup., mit dem Foram. rot. zusammengeflossen. *sph'* Vorderes Keilbein (*Os sphenoïdeum ant.*). *csph'* Körper desselben. *sq* Schuppe (*Pars squamosa*) des Schläfenbeins. *ptr* Os petrosum. *ct* Canalis temporalis. *p* Os parietale. *fr* Os frontale. *eth* Os ethmoïdeum. *c.s* Obere Nasenmuschel (*Concha sup.*). *c.i* Concha inf. *n* Os nasale. *ms* Os maxillare sup. *im* Os intermaxillare. *pa* Os palatinum. *pti* Os pterygoïdeum internum. *sph—p* Foramen sphenopalatinum.

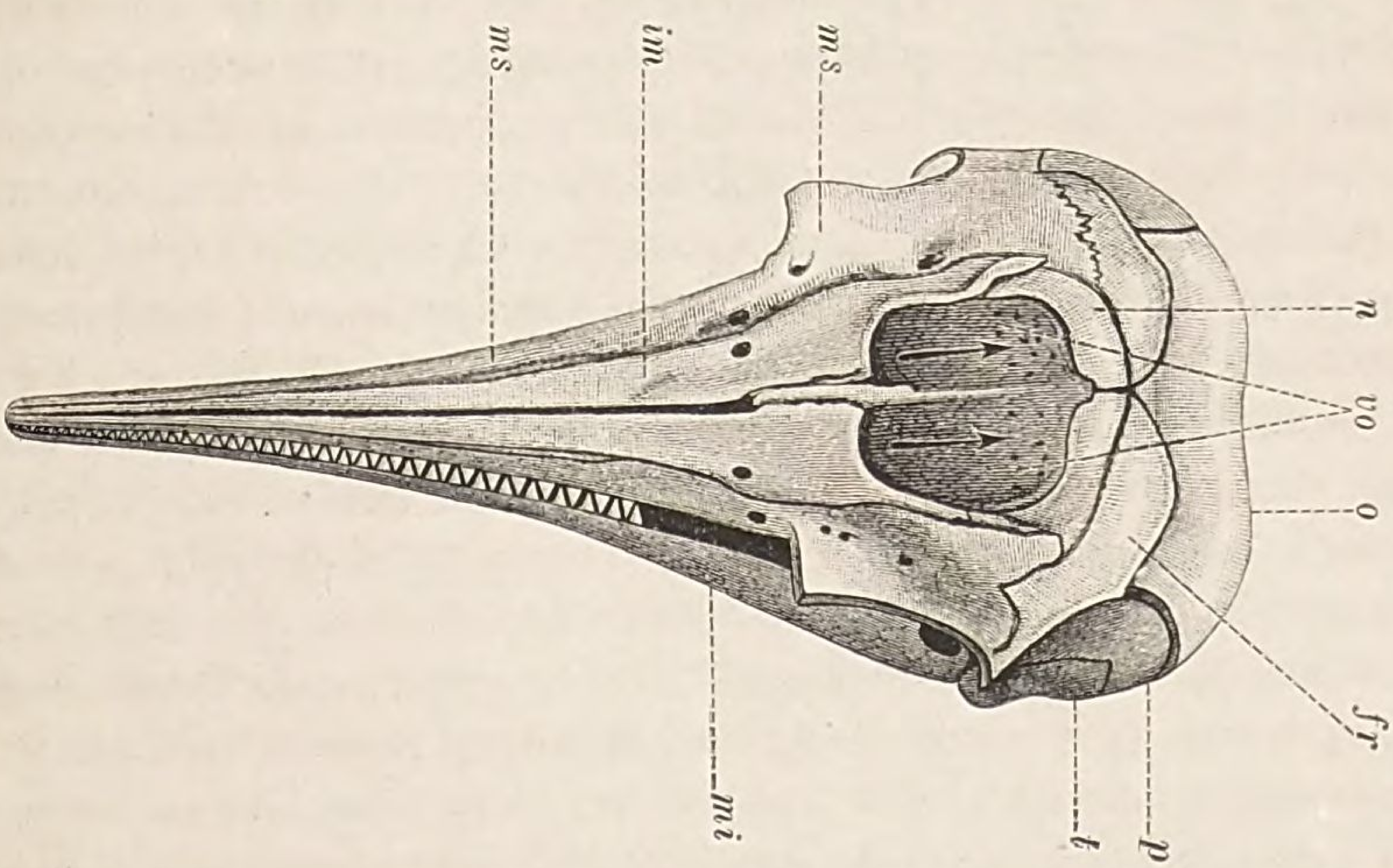


Fig. 482. Kopfskelet von Delphinus phocaena. o Hinterhauptsbein. *fr* Stirnbeine. *p* Scheitelbeine. *t* Schläfenbeine. *n* Nasenbeine. *vo* Pflugscharbein (*Vomer*). *ms* Oberkieferbein. *im* Zwischenkieferbein (*Os intermaxillare*). *mi* Unterkiefer.

bb) Kopfskelet der Vögel.

αα) Schädel (*Cranium*).

An der Umschliessung der Schädelhöhle betheiligen sich hier im Allgemeinen die gleichen Knochen, wie bei den Säugethieren. Sie verwachsen nur schon sehr frühe der Art mit einander, dass selten Spuren von Nähten

übrig bleiben und der ausgewachsene Schädel eine ungetheilte Knochenkapsel darstellt. Nur bei ganz jungen Vögeln findet man die Trennung der Knochen vor. Von den einzelnen Knochen ist zunächst bemerkenswerth, dass das Hinterhauptsbein (Fig. 483) anfänglich auch aus vier Stücken (einem Basilare, zwei Lateralia und einem Superius) zusammengesetzt ist und zur Verbindung mit der Wirbelsäule einen einfachen, kugelichen Gelenkkopf (Fig. 484 *co*) trägt; — ferner die Scheitelbeine (Fig. 483 *p*) von bescheidener Grösse sind, — dagegen die Stirnbeine einen so grossen Umfang besitzen, dass sie sich des grössern Theils der Schädeldecke bemächtigen. Das Keilbein zerfällt auch, wie bei den

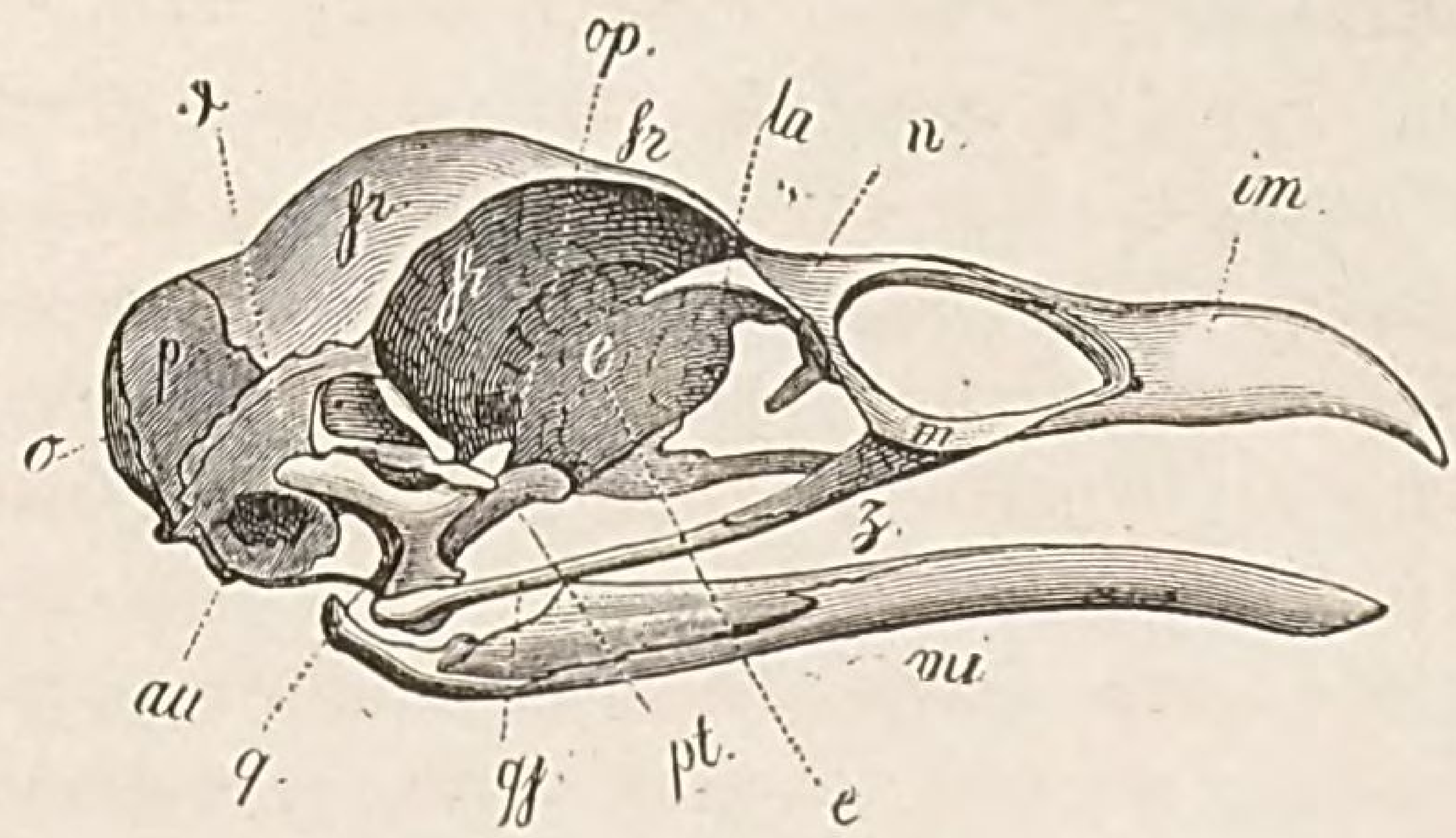


Fig. 483. Schädel vom Truthahn (*Meleagris gallopavo*). *o* Os occipitale. *p* Os parietale. *fr* Os frontale. *t* Os squamosum. *au* Rahmen für das Trommelfell. *q* Os quadratum. *qj* Os quadratojugale. *e* Os ethmoïdeum. *la* Os lacrymale. *n* Os nasale. *z* Os zygomaticum. *m* Os maxillare superius. *im* Os intermaxillare. *pt* Os pterygoïdeum. *op* Foramen opticum. *mi* Maxilla inferior, der vorderste Theil stellt das Os dentale, der hinterste das Gelenkstück (Os articulare) dar, welches aufwärts die Gelenkfläche für die Verbindung mit dem Quadratum und rückwärts einen Fortsatz trägt, der bei Anas, Urogallus u. a. sehr in die Länge entwickelt ist.

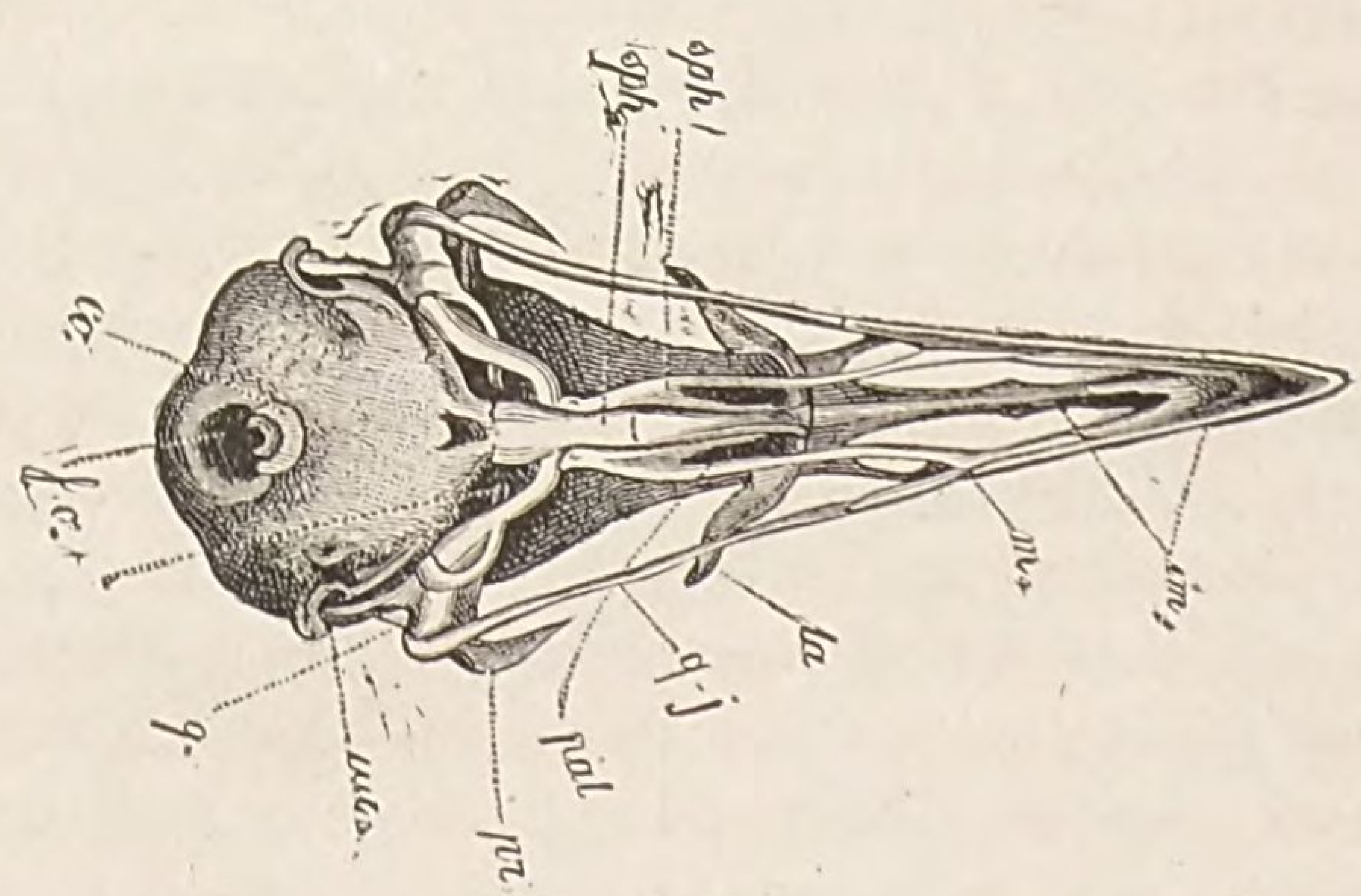


Fig. 484. Kopf vom Truthahn (*Meleagris gallopavo*) von unten. *fo* Foramen occipitale magnum. *co* Condylus oss. occipitis. *au* Zugang zur Paukenhöhle. q Os quadratum. *pr.sq* Nach vorn gerichteter Fortsatz des Os squamosum. *sph* Hinterer Keilbeinkörper. *sph'* Vorderer Keilbeinkörper. *ptg* Flügelbein (*Os pterygoïdeum*), das Quadratum mit dem Gaumenbein und hinteren Keilbeinkörper beweglich verbindend. *pal* Os palatinum. *q—j* Os quadratojugale. *la* Os lacrymale. *m* Os maxillare superius. *im* Os intermaxillare.

Säugethieren, in ein hinteres und vorderes Keilbein. Das erstere wird von dem hintern Keilkörper (*Basisphenoïdeum posterius*) und den Temporalflügeln (*Alae majores s. Alisphenoïdeum*), die von Löchern für den Durchtritt des N. trigeminus durchbrochen sind, gebildet, während das vordere Keilbein nur aus dem vorderen Keilbeinkörper (*Basisphe-*

noïdeum anterius), ohne Orbitalflügel, besteht. Letztere kommen nur beim Strauss vor, während sie sonst verkümmert sind. Dieser schmale und stielartig nach vorn auslaufende vordere Keilbeinkörper trägt nur das Siebbein, das ebenfalls sehr unvollkommen entwickelt ist. Die Seitentheile des letztern (*Ethmoïdalia lateralia*), die schon bei manchen Säugethieren etwas defect sich zeigten, fehlen bei den Vögeln meistens vollständig und die mittlere Platte (*Ethmoïdale medium*), die dort die Scheidewand der Nasenhöhlen bilden half, ist allein hier zurückgeblieben, bildet aber nicht die Scheidewand der letztern, sondern das Septum interorbitale, das selbst noch so defekt sein kann, dass mittelst grosser oder kleiner nur häutig verschlossener Lücken beide Augenhöhlen unmittelbar aneinander stossen.

Besonders muss aber hervorgehoben werden, dass die Knochen der Schläfengegend von dem Schläfenbein der Säugethiere sehr abweichend sich verhalten. Sie bestehen zwar auch aus einem das Ohrlabyrinth bergenden Os petrosum und einem Os squamosum (Fig. 483). Aber von einem Tympanicum ist nichts vorhanden, — dafür finden sich indess zwei andere Knochen vor, von denen der eine — Os quadratum [*q*] — zwischen das Squamosum und Gelenkende des Unterkiefers, mit beiden bewegliche Verbindung eingehend, eingeschoben erscheint, während der andere — Os quadrato-jugale [*q—j*] — das Squamosum mit dem Jochbein verbindet.

Da der Unterkiefer nicht, wie bei den Säugethieren, unmittelbar mit dem Squamosum articulirt, sondern mittelbar, durch das Quadratum, mit demselben in Gelenkverbindung steht, so hatte man früher geglaubt, annehmen zu dürfen, dass diese neuen Skeletstücke des Kopfes der Vögel nur die Folge des Zerfallens des Squamosum der Säugethiere in drei einzelne Glieder seien, welche aber ebensowohl noch einen Tragapparat (Kieferstiel — *Suspensorium*) für das Kiefergerüst abgeben, als das Squamosum der Säugethiere den Träger für den Unterkiefer darstellt. Den Grund für diese bewegliche Gliederung des Kieferträgers glaubte man in der grösseren Lockerung und Beweglichkeit der Verbindung des ganzen Kiefergaumengerüstes der Vögel finden zu dürfen. Zu Gunsten dieser Auffassung konnte die Wahrnehmung gedeutet werden, dass beim jungen Hydrochoërus der Schuppentheil des Schläfenbeins wirklich in ähnliche drei Stücke getrennt sich zeigt und etwas Aehnliches auch beim Wombat gefunden wird. Allein da diese Beobachtung vereinzelt stand und bei andern Säugethieren ebenso wenig als beim Menschen in der früheren Entwicklungsperiode eine solche Trennung in, jenen Knochen, entsprechende Stücke sich nachweisen liess, so glaubte man diese Auffassung als unhaltbar aufgeben und nach einer andern Aufklärung suchen zu müssen. Diese hat man nun auch darin gefunden,

dass man diese Skeletstücke, welche die hintern Glieder einer bei den niedern Wirbelthieren anfänglich einfachen Anlage (Palato-Quadratknorpel) des Kiefergaumengerüstes sind, bei den Säugethieren einer solchen Reduction und Verkümmerung anheim fallen liess, dass sie aus der Gliederreihe, die sie von den niedern Thieren herauf bis zu den Vögeln bilden halfen, austreten und so bei den Säugethieren den Unterkiefer mit dem Squamosum unmittelbar in Gelenkverbindung kommen liessen. Diese Verkümmerung führe aber nur bei dem Quadrato-jugale zum gänzlichen Schwinden des Knochenstückes, während das Quadratum dem Säugethierkopfe, wenn auch zu einem kleinen Knöchelchen umgewandelt, erhalten bleibe, aber einer andern Funktion angepasst worden sei. Das Quadratum wird bei Säugethieren und dem Menschen in das mittlere der drei Gehörknöchelchen, in den Ambos umgewandelt und durch das bei den Säugethieren auftretende und mit dem Squamosum und Petrosum sich verbindende Tympanicum von seinen frühern Nachbarn abgeschieden und in die von letzterem umschlossene Paukenhöhle aufgenommen. Zu Gunsten dieser Darstellung spricht allerdings, dass die erste Anlage des Kiefergerüstes und die Paukenhöhle in soweit wirklich in engerer Beziehung zu einander stehen, dass erstere aus einer Umwandlung der vordersten Kiemenbogen, die letztere aus einer Metamorphose der vordern Kiemenspalte hervorgeht, so dass es wohl verständlich ist, dass Glieder des Kiefergaumenskelets in Bestandtheile der Paukenhöhle sich umwandeln können (siehe das Weitere beim Hörorgan).

Ausser den berührten Eigenthümlichkeiten zeigt der Vogelschädel auch noch manche andere Besonderheiten, die indess mehr oder weniger denen ähnlich sind, deren schon beim Säugethierschädel Erwähnung geschah. So besitzt auch er

a) bei vielen, besonders Wasservögeln starke vorspringende Leisten- und Knochenkämme am Hinterhaupte, welche von der Entwicklung der Muskulatur ebenfalls herrühren;
b) bei manchen Vögeln, z. B. dem Casuar, Nashornvogel u. a. trägt das Stirnbein von Hornbildung bekleidete Knochenvorsprünge, welche an die Bildung ähnlicher Art bei manchen Säugethieren erinnern; auch der Knochenkamm beim Perlhuhn (*Numida*) ist hierher zu zählen;
c) die Scharbe (Cormoran) trägt am Hinterhaupt einen beweglich aufsitzenden, rückwärts gerichteten pyramidalen Fortsatz, welcher zur Befestigung der den Unterkiefer bewegenden Muskeln dient;
d) bei vielen, namentlich Wasservögeln werden im Stirnbein beiderseits längliche Gruben wahrgenommen, welche von den s. g. Supraorbital- oder Nasendrüsen veranlasst sind.

ββ) **Antlitztheil des Kopfes der Vögel.**

Von dem Antlitzgerüste der Säugethiere und des Menschen unterscheidet sich das der Vögel sehr wesentlich darin, dass, während dort der Oberkiefertheil starr und unbeweglich mit dem Schädel verbunden war und nur der Unterkiefer mit letzterem eine bewegliche Verbindung einging, hier der Oberkiefertheil (Oberschnabel) beweglich oder wenigstens biegsam mit dem Cranium verbunden ist, in Folge dessen die Verbindung auch zwischen allen übrigen Gliedern des Kiefergaumengerüstes mehr gelockert wurde. Der Träger des Unterkiefers, der bei den Säugethieren von dem unbeweglich mit dem Schädel verbundenen Squamosum des Schläfenbeins dargestellt wurde, erscheint hier von dem Os quadratum und dem Quadrato-jugale gebildet, welche ihrerseits erst mit dem Squamosum in Verbindung stehen. Das Quadratum articulirt sowohl mit dem Unterkiefer als mit dem Squamosum. Auch die übrigen Glieder des Oberkiefergerüstes zeigen gegenüber dem der Säugethiere manche Verschiedenheiten. So praevaliren besonders die Zwischenkieferbeine (Fig. 485 *im*) über die eigentlichen Oberkieferbeine. An der Bildung des Oberschnabels betheiligen sich vorzüglich die ersteren, während die letztern verkümmert sind (Fig. 486 *ms*). Die schon bei Säugethieren eingeleitete Ablösung der Ala interna des Processus pterygoïdeus hat sich bei den Vögeln so vollständig vollzogen, dass dieselbe nun zu einem völlig selbstständigen Knochen geworden ist,

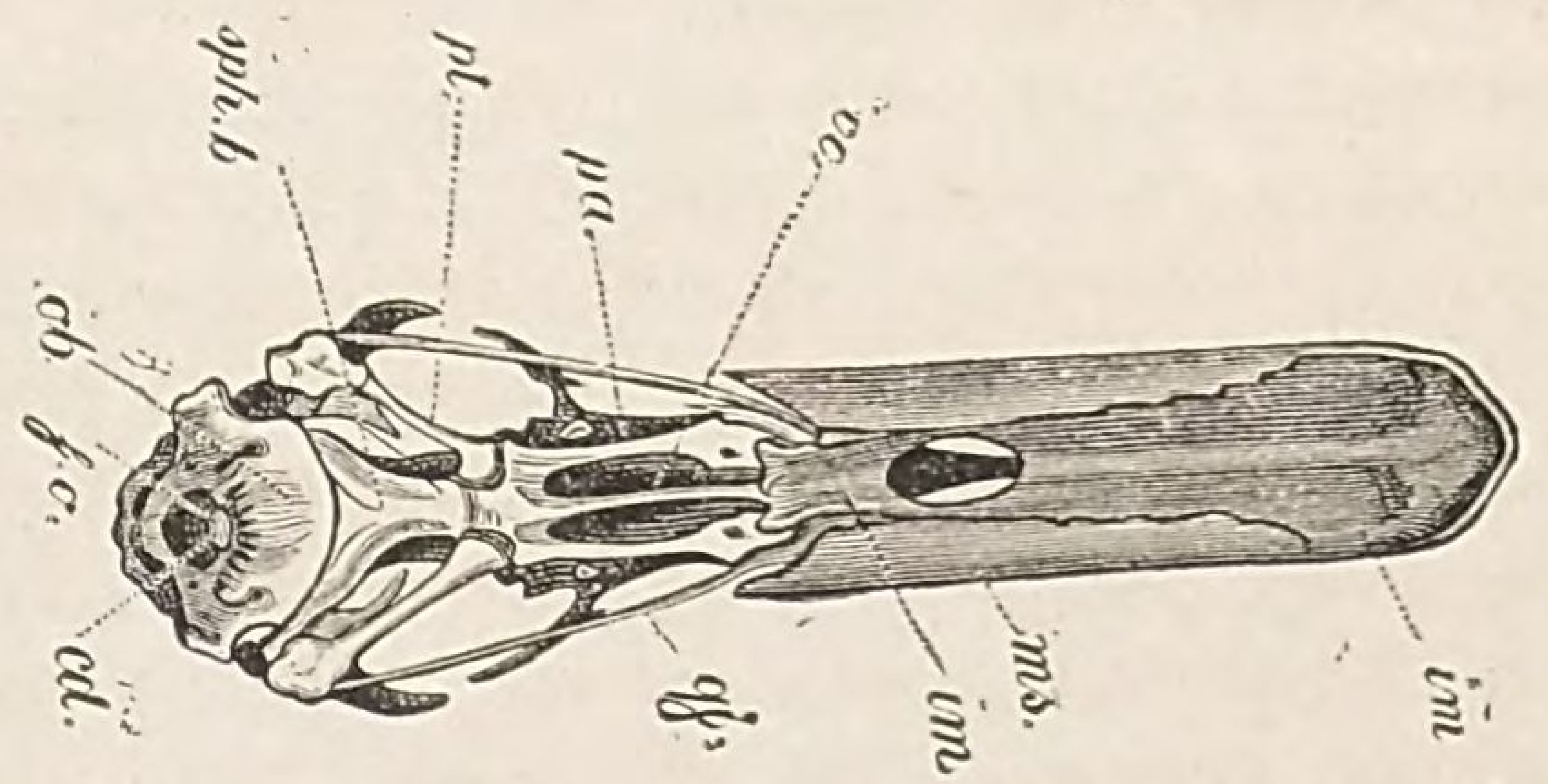


Fig. 485. Schädel von der Gans (*Anas anser*) von unten. *ob* Basilartheil des Hinterhauptbeins. *f.o* Foramen occipitale. *cd* Kugeliger Gelenkkopf. *sph.b* Basilartheil des Keilbeins. *pt* Flügelbein (*Os pterygoïdeum*). *pa* Os palatinum. *vo* Vomer. *qj* Os quadrato-jugale. *ms* Os maxillare superius. *im* Zwischenkieferbein, dessen hinteres Ende mit dem der anderen Seite sich verbindet, dadurch die sonst bestehende knöcherne Gaumenspalte in die hintenliegenden Choanae und das vornliegende Foramen incisivum trennt.

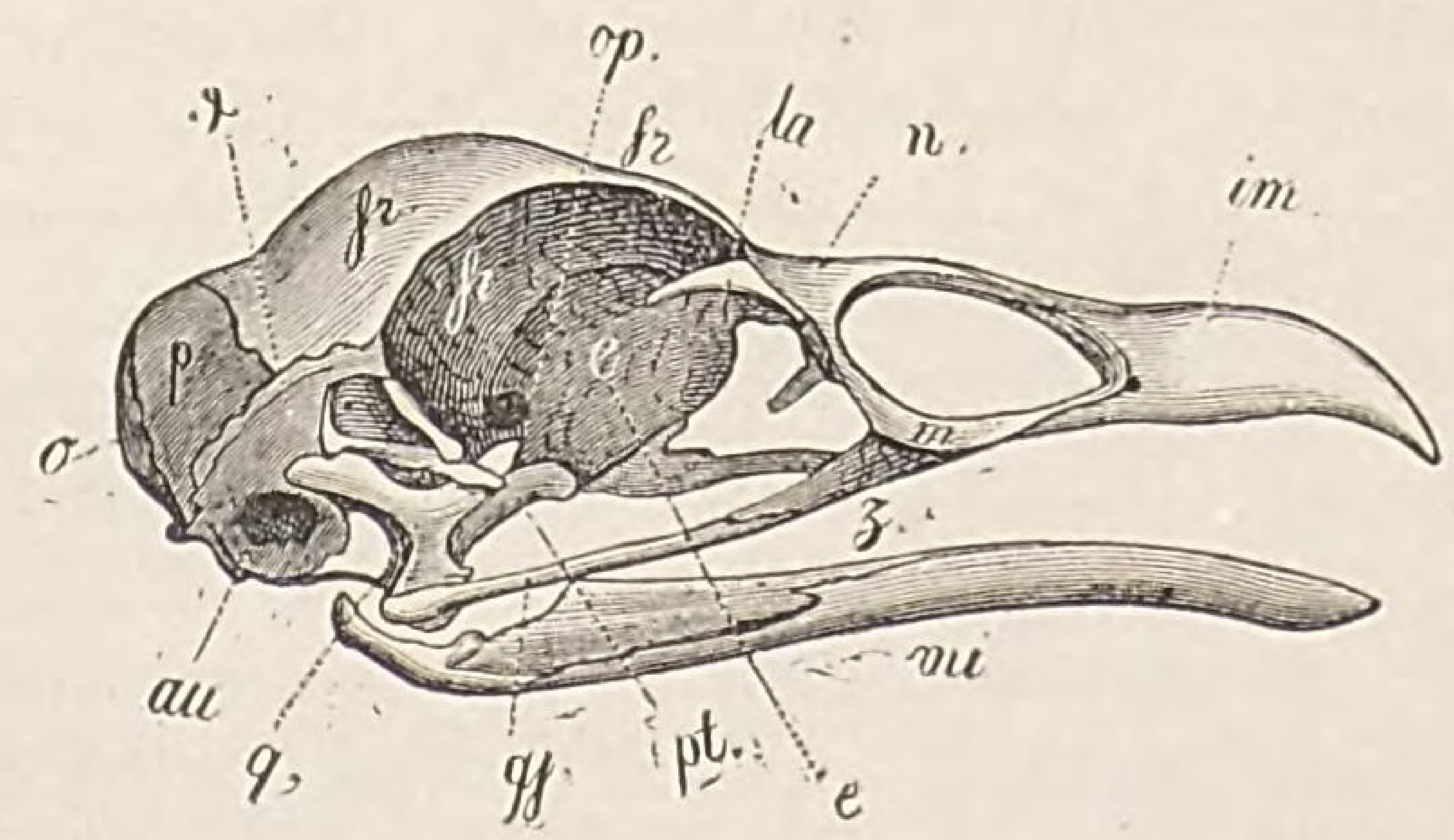


Fig. 486. Schädel vom Truthahn (*Meleagris gallopavo*). *o* Os occipitale. *p* Os parietale. *fr* Os frontale. *t* Os squamosum. *au* Rahmen für das Trommelfell. *q* Os quadratum. *qj* Os quadrato-jugale. *e* Os ethmoïdeum. *la* Os lacrymale. *n* Os nasale. *z* Os zygomaticum. *m* Os maxillare superius. *im* Os intermaxillare. *pt* Os pterygoïdeum. *op* Foramen opticum. *mi* Maxilla inferior, der vorderste Theil stellt das Os dentale, der hinterste das Gelenkstück (Os articulare) dar, welches aufwärts die Gelenkfläche für die Verbindung mit dem Quadratum und rückwärts einen Fortsatz trägt, der bei Anas, Urogallus u. a. sehr in die Länge entwickelt ist.

der ein sehr bewegliches Glied des Gaumenapparates darstellt und das Quadratum, Gaumenbein und Schädelbasis beweglich mit einander verbindet. Von den Nasenbeinen, welche die äussern Nasenöffnungen von hinten begrenzen, kann die Besonderheit bemerkt werden, dass bei vielen Vögeln (Urogallus, Anas u. a.) zwischen ihnen schmale Fortsätze der Zwischenkieferbeine zu dem Stirnbeine hinaufsteigen. Die Thränenbeine neben und nach aussen von dem Nasen- und Stirnbein, am vordern Orbitalrand liegend, zeigen grosse Verschiedenheiten bezüglich ihrer Entwicklung. In der Regel sind sie ansehnlich und richten nach unten einen hakenförmigen Fortsatz. Das Pflugscharbein (*Vomer*) ist oft verkümmert; meistens jedoch ist es ansehnlich entwickelt und stellt eine senkrechte Knochenplatte, zum Theil Knorpelplatte dar, welche als Septum nasi die Nasenhöhle in zwei Seitenhälften scheidet.

Dem Unterkiefer liegt noch ein Knorpel zu Grunde, der von einer Anzahl einzelner Knochenstücke umlagert ist, welche zum Theil aus seiner partiellen Verknöcherung, theils aber aus Ossification der bindegewebigen Umgebung hervorging. So zeigt der Unterkiefer der Vögel eine sehr gegliederte Zusammensetzung und dadurch zugleich eine grosse Biegsamkeit. Allein diese Gliederung besteht nur im Jugendalter; später treten mehr oder weniger Verwachsungen der einzelnen Stücke ein. Der Einzelstücke, in welche der Unterkiefer anfänglich zerlegt werden kann, lassen sich meistens elf nachweisen, von denen eins den vordern Theil des Unterkiefers bildet und unpaar ist (*Os dentale*), die übrigen fünf rückwärts davon liegen und paarig sind. Das hinterste bildet das Gelenk (*Os articulare*) für das Quadratum. Die übrigen (Angulare, Supraangulare, Operculare und Complementare) sind Ergänzungs- und Ausfüllungsstücke. Oft bildet der Unterkiefer, nach hinten von seiner Articulation, einen mehr oder weniger ansehnlichen nach hinten und oben sehenden Fortsatz, der bei Gänsen, Enten, Schwänen und besonders bei Urogallus sehr stark entwickelt ist (Fig. 486). Bei manchen (Urogallus, Raubvögeln, Singvögeln u. a.) besitzt der Unterkiefer etwa in der Mitte jederseits eine mehr oder weniger grosse Lücke, die nur von Knorpel ausgefüllt ist. Mitunter kommt selbst noch eine zweite dahinter vor.

Die Augenhöhlen sind wegen der grossen Augen relativ grösser, als bei den Säugethieren. Sie nähern sich deshalb gegenseitig viel mehr. Die bei Säugethieren nur vereinzelt vorgekommene Trennung der beiden Orbitae durch eine einfache Knochenplatte, das Septum interorbitale, ist hier zur Regel geworden. Ja in Folge einer mehr oder weniger ausgedehnten Durchbrechung des letztern können sie sogar unmittelbar zusammenstossen. Dieses Septum interorbitale wird aber nur vom mittlern Theil des Sieb-

beins gebildet, dessen Seitentheile bei den meisten Vögeln verkümmert sind oder selbst ganz fehlen.

Bisweilen, wie bei den Tagraubvögeln, den Straussen u. a. trägt der obere Augenhöhlenrand zu seiner Vervollständigung noch (1—3) accessorische Knochen (*Ossa supraorbitalia*). Bei andern finden sich solche accessorische Knochen (*Ossa infraorbitalia*), die, über dem Jochbogen liegend, die Augenhöhle von unten umgeben. Bei dem Genus Anas wird der untere Orbitalrand durch ein Band geschlossen, was den Processus zygomaticus des Schläfenbeins mit einem Fortsatze des Thränenbeins verbindet, und beim Schwan wird dieses durch einen Knochen ersetzt.

Die Nasenhöhle wird, wie bei den Säugethieren, durch ein Septum in zwei Seitenhälften geschieden, das nur bei Wasservögeln vorn, hinter den vordern Nasenöffnungen, durchbrochen zu sein pflegt (*Nares perviae*). Die Trennung der knöchernen Nasenhöhle von der darunter liegenden Mundhöhle ist nur eine unvollkommene. Bei vielen Vögeln (Albatros, Urogallus u. a.) besteht in der ganzen Länge des Bodens der Nasenhöhle ein bald engerer, bald sehr weiter Spalt — Gaumenspalt, durch den sie mit der Mundhöhle communicirt (Fig. 484). Bei andern (z. B. Falco buteo u. a.) scheidet sich dieser Spalt durch Verengerung seines mittleren Theils in einen vorderen und hinteren weiten Abschnitt, wovon der erstere das Foramen incisivum, letzterer die hintere, horizontal liegende Nasenöffnung (*Choanae*) darstellt. Bei den Enten, Gänsen und Schwänen schliesst sich dieser mittlere Theil des Spaltes durch die Vereinigung der hintern Enden der Zwischenkieferbeine vollständig, so dass die Choanae von dem Foramen incisivum durch einen dazwischen liegenden kurzen knöchernen Gaumen von einander getrennt werden (Fig. 487). Dadurch, dass die beiden Augenhöhlen sich in dem Maasse einander nähern, dass nur noch eine Knochenplatte das Trennende zwischen beiden ist, wird natürlich die Nasenhöhle gänzlich vom Schädel weggedrängt und nach vorn vor die Orbita gelagert. Daher letzterer an ihrer Bildung nicht mehr denjenigen Antheil nehmen kann, den er bei den Säugethieren nimmt,

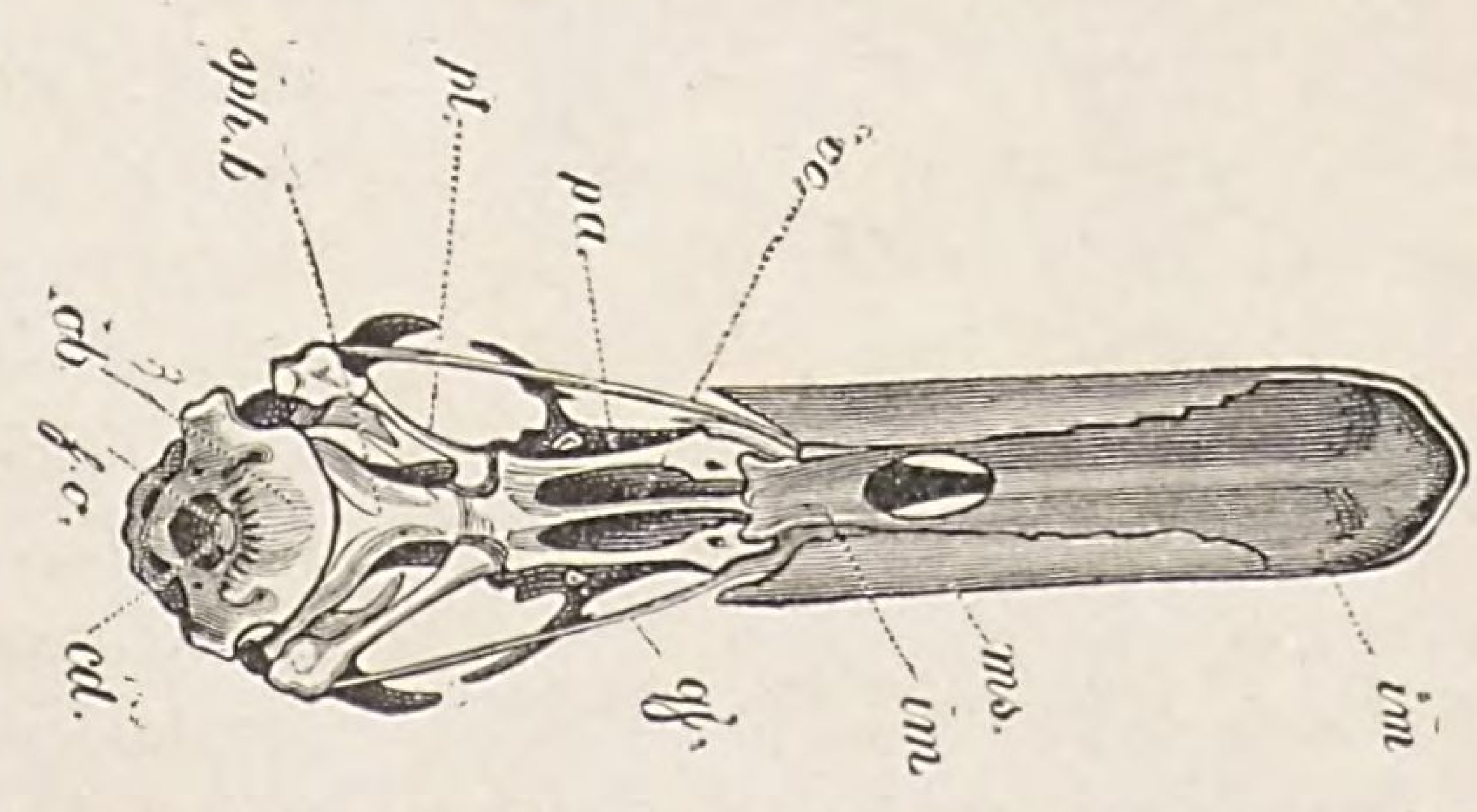


Fig. 487. Schädel von der Gans (*Anas anser*) von unten. *ob* Basilartheil des Hinterhauptbeins. *f.o* Foramen occipitale. *cd* Kugeliger Gelenkkopf. *sph.b* Basilartheil des Keilbeins. *pt* Flügelbein (*Os pterygoïdeum*). *pa* Os palatinum. *vo* Vomer. *qj* Os quadrato-jugale. *ms* Os maxillare superius. *im* Zwischenkieferbein, dessen hinteres Ende mit dem der anderen Seite sich verbindet, dadurch die sonst bestehende knöcherne Gaumenspalte in die hintenliegenden Choanae und das vornliegende Foramen incisivum trennt.

und ebenso umgekehrt das Siebbein von seiner Theilnahme an der Bildung der Schädelhöhle mehr oder weniger verdrängt wird. Die Riechnerven müssen daher, um aus der Schädelhöhle zur Nasenhöhle zu gelangen, ihren Weg entweder durch den obern vordern Theil der Orbita nehmen, oder durch einen in gleicher Richtung verlaufenden Canal dahin gelangen. Nur bei Apteryx findet sich eine wirkliche Lamina cribrosa des Siebbeins vor (Owen), welche sie direct in die Nasenhöhle führt.

cc) Kopfskelet der Amphibien.

αα) Schädel (*Cranium*).

Bei den beschuppten Amphibien, die bezüglich ihres Schädelbaues vielfach an die Vögel sich anschliessen, ist der Schädel zwar noch nach dem im Allgemeinen schon beleuchteten Plane angelegt und von den typischen Knochen zusammengesetzt. Allein hinsichtlich der Entwicklung der letzteren, deren Zahl und Verbindungen untereinander, zeigt er doch manche Abänderungen, Eigenthümlichkeiten und Reductionen.

So betheiligen sich an der Bildung des Schädels, beziehungsweise der Schädelhöhle, weniger Knochen als bei den höhern Wirbelthieren, da wegen der niedrigern Stufe, auf welcher die Hirnentwicklung dieser Thiere steht, die Schädelhöhle verhältnissmässig kleiner ist. Von den im engern Sinne s. g. Schädelknochen sind es vorzüglich nur das Hinterhauptsbein, die Scheitelbeine, Keilbein und von den Knochen der Schläfengegend das Os petrosum, also etwa sechs Knochen, welche an der Umschliessung der Schädelhöhle unmittelbar Antheil nehmen. Die Stirnbeine nehmen entweder nur einen sehr kleinen oder selbst gar keinen Antheil mehr an der Schädelhöhle, bilden vielmehr das vor dem Schädel liegende Orbital- und Nasalgewölbe (Fig. 488). Bei den Krokodilen, vielen Sauriern (mit Ausnahme von Lacerta, Varanus, Anguis u. a.) und Ophidiern kommt noch die weitere Besonderheit vor, dass die beiden genuinen Stirnbeine zu einem unpaaren Knochen (*Os frontale principale*) zusammenfliessen, während seitlich von diesem noch gleichsam abgelöste Stücke (*Ossa frontalia posteriora* und *anteriora*) liegen, welche die Augenhöhle umgrenzen helfen. Das Siebbein, das schon bei den Vögeln vom Schädel nach dem Antlitztheil weggedrängt und sehr verkümmert sich zeigte, — ist meistens nur knorpelig, wenn es überhaupt vorhanden ist, oder es fällt ganz weg.

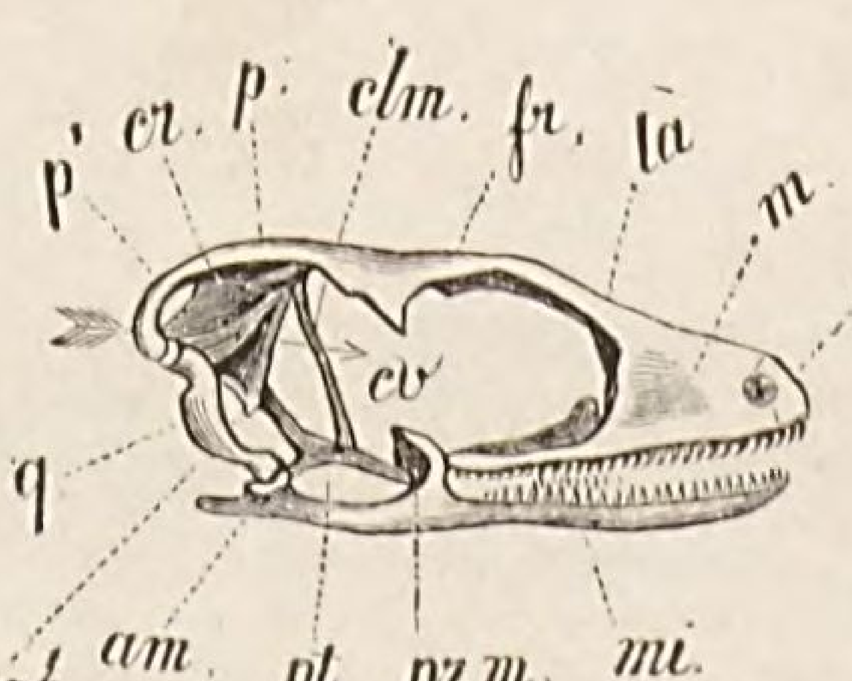


Fig. 488. Seitenansicht des Schädels von Platydactylus guttatus. *cr* Cranium. *cv* Vordere, nur häutig verschlossene Lücke, womit die Schädelhöhle in das Orbitalgewölbe ausmündet. *p* Os parietale. *p'* Knochenbrücke, welche vom Scheitelbein zur Seite des Hinterhauptbeins sich spannt. *fr* Os frontale. *sph* Sphenoïdeum. *q* Os quadratum. *am* Articulatio maxillae. *pt* Os pterygoïdeum. *clm* Columella.

Aber selbst auch die Knochen, welche die Schädelhöhle noch bilden helfen, nehmen nicht immer mit ihrem ganzen Umfang daran Theil. So wird der Körper des Hinterhauptbeins (*Occipitale basilare*) bei Cheloniern u. a. dadurch von der Theilnahme an der Bildung der Schädelhöhle ausgeschlossen, dass die Occipitalia lateralia mit ihren Basalenden sich über ihm unter sich verbinden. Die Occipitalia lateralia richten einen, meistens ansehnlich entwickelten Fortsatz (Querfortsatz) seitwärts, an den ein zur Schläfengegend gehöriger Knochen (*Mastoïdeum*) vorn sich anlegt, mit welchen beiden nach vorn das Quadrato-jugale, nach aussen und unten das Quadratum unbeweglich verbunden sind. Daher auch der Condylus oss. occipitis, zur Verbindung mit der Wirbelsäule, aus drei Stücken zusammengesetzt erscheint. Ueberhaupt ist es von den Knochen der Schläfengegend, wie schon oben bemerkt wurde, nur das Os petrosum, welches die Schädelhöhle unmittelbar mit bilden hilft (Fig. 489), während die übrigen aus derselben verdrängt sind und nur an der Bildung des Schläfengewölbes Theil nehmen oder Glieder des Kiefer-Gaumengerüstes darstellen. — Unvollkommener, als bei den höheren Wirbelthieren, ist das Keilbein entwickelt. Schon bei den Vögeln zeigte es sich defekt, indem die Orbitalflügel (*Orbitosphenoïdea*) mangelten und der vordere Keilbeinkörper in einen dünnen Stiel nach vorn ausging. Bei den beschuppten Amphibien geht diese Verkümmerung noch weiter, indem hier auch die Temporalflügel (*Alisphenoïdea*) meistens wenig entwickelt sind oder selbst ganz fehlen und nur häutig vertreten werden. Nur die Keilbeinkörper, die aber zu einem ungetheilten Knochen (*Basisphenoïdeum*) verschmolzen sind, finden sich immer vor. Der hintere Abschnitt desselben, dem hintern Keilbeinkörper der höheren Thiere entsprechend, wird an der untern Seite der Schädelbasis von den beiden Ossa pterygoïdea ganz überdeckt (Fig. 489). Nach vorn geht derselbe in einen Knochen- oder Knorpelstiel aus, welcher dem verkümmerten vordern Keilbeinkörper entspricht und, wie bei den Vögeln, das Septum interorbitale und nasale

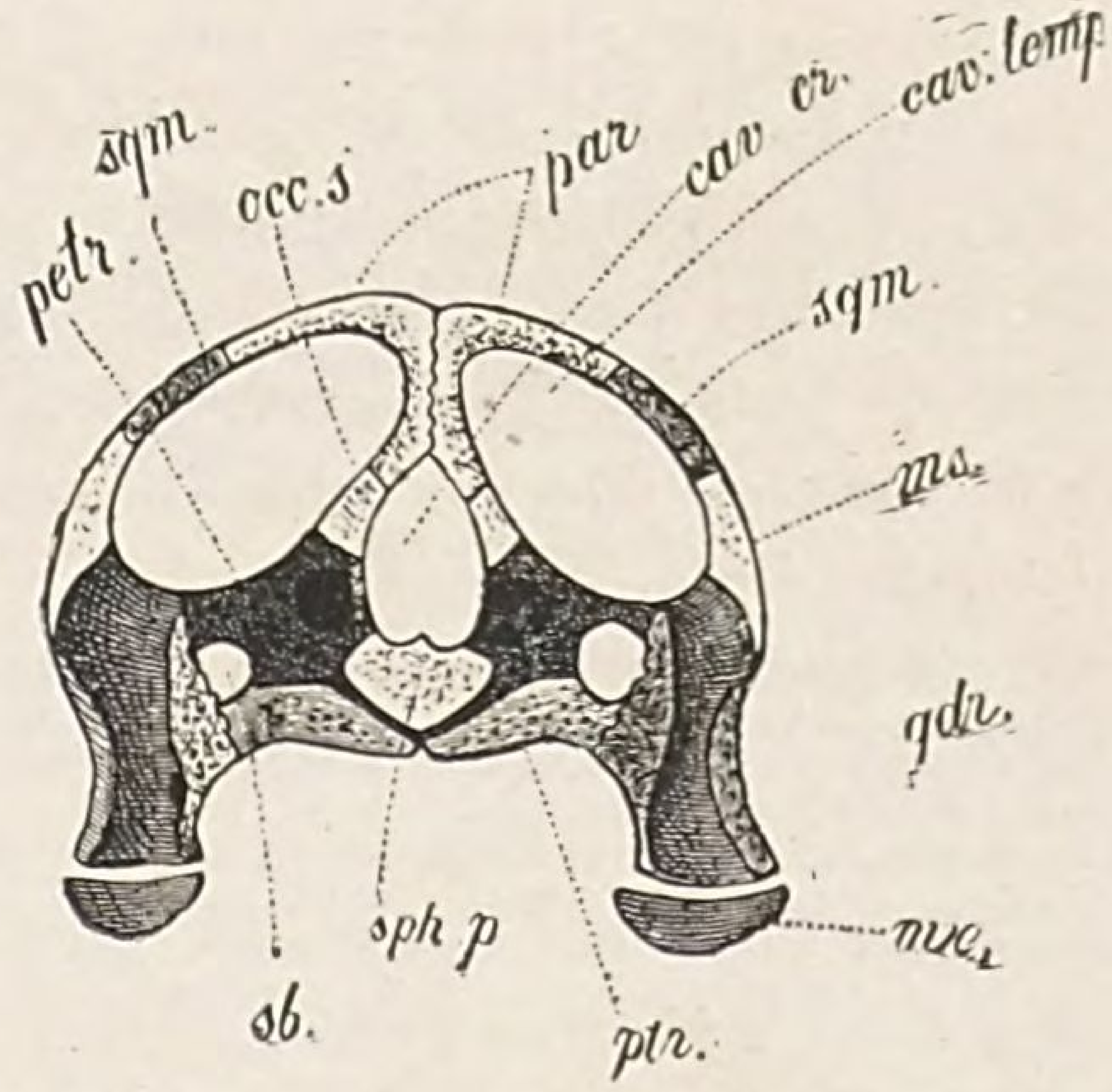


Fig. 489. Senkrechter Querschnitt des Schädels von Chelonia midas. *cav cr* Schädelhöhle (*Cavum cranii*). *occ.s* Os occipitale superius. *petr* Os petrosum. *sph.p* Körper des hintern Keilbeins (*Os sphenoïdale posterius*). *par* Scheitelbeine (*Ossa parietalia*). *cav.temp* Schläfenhöhle (*Cavum temporale*). *sqm* Os squamosum. *mst* Os mastoïdeum. *qdr* Os quadratum. *ptr* Os pterygoïdeum. *sb* (sollte *tb* heissen) Tuba Eustachii, aussen vom Os quadratum, unten vom Os pterygoïdeum, oben und innen vom Os petrosum begrenzt. *mx* Gelenktheil des Unterkiefers, mit dem Quadratbein das Kiefergelenk bildend.

trägt. Wo letztere nur knorpelig oder häutig sind, kann dieser stielförmige Rest des vordern Keilbeinkörpers noch mehr verkümmern, oder selbst ganz fehlen (wie bei Lacerta, Iguana, Platydactylus u. a.). Diese Verkümmerung des vordern Theils des Keilbeins und seiner Flügel hat zur Folge, dass der vordere Theil der Schädelhöhle nur einen unvollkommenen Verschluss erhielt, vielmehr mit einer mehr oder weniger weiten, nur häutig oder knorpelig verschlossenen Lücke nach vorn, gegen das Orbitalgewölbe, offen ist, wie man dies namentlich bei den Sauriern und Cheloniern antrifft, während die Schädelhöhle nach vorn geschlossen ist, wo, wie beim Krokodil, die Keilbeinflügel (*Alisphenoïdea*) entwickelt sind. Bei den Sauriern findet sich beiderseits jener weiten Lücke, mit der die Schädelhöhle nach vorn offen blieb, gleichsam zum Ersatze der verkümmerten oder ganz fehlenden Keilbeinflügel, eine dünne Knochensäule (Columella genannt), welche, statt dieser, die Scheitelbeine stützt (Fig. 490 *clm*) und unten auf dem Flügelbein aufruht. Bei den Cheloniern, namentlich den Seeschildkröten und einigen Sauriern, bieten die letzteren Knochen noch die Eigenthümlichkeit dar, dass von ihrem Sagittalrande eine Knochenplatte ausgeht, welche, auswärts sich wölbend, durch Verbindung mit dem Os mastoïdeum und Squamosum ein Knochengewölbe — Schläfengewölbe — bildet (Fig. 491 *cav.temp*), das, wie ein Dach, die Schläfengrube überdeckt und dem Schädel einen sehr viel grösseren Umfang verleiht, als er nach Maassgabe der Grösse der Schädelhöhle haben würde. Bei Fluss- und Landschildkröten ist dieses Schläfengewölbe unvollständiger, und bei den meisten Sauriern nur noch durch eine oft schmale Knochenbrücke angedeutet, welche vom Scheitelbein schräg rückwärts zum Mastoïdeum und zu dem seitwärts stark vorstehenden Querfortsatz des Hinterhauptbeins hinüber sich zieht.

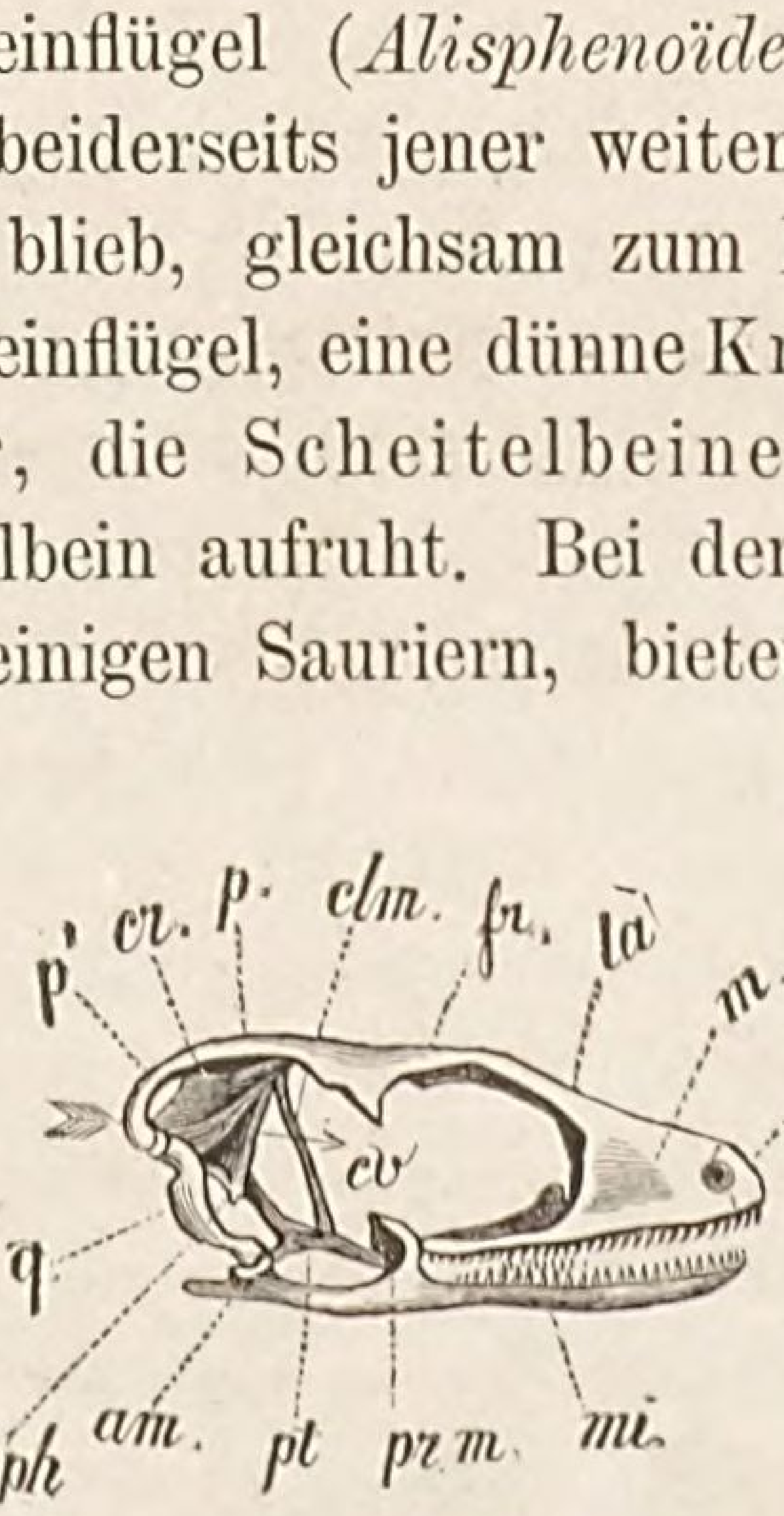


Fig. 490. Seitenansicht des Schädels von Platydactylus guttatus. *cr* Cranium. *cv* Vordere, nur häutig verschlossene Lücke, womit die Schädelhöhle in das Orbitalgewölbe ausmündet. *p* Os parietale. *p'* Knochenbrücke, welche vom Scheitelbein zur Seite des Hinterhauptbeins sich spannt. *fr* Os frontale. *sph* Sphenoïdeum. *q* Os quadratum. *am* Articulatio maxillae. *pt* Os pterygoïdeum. *clm* Columella.

Bei den nackten Amphibien ist bezüglich des Scheitelbeines bemerkenswerth, dass von dem knorpeligen Primordialcranium noch ansehnliche Ueberreste auch bei ausgewachsenen Thieren vorgefunden werden. Die Knochen, von denen die kleine Schädelhöhle umschlossen wird und welche theils aus Ossificationen der primordialen Knochenkapsel, theils aus solchen der bindegewebigen Umgebung hervorgehen, — zeigen zum Theil noch weitergehende Reductionen, als bei den beschuppten Amphibien, so dass ihre Theilnahme an der Bildung der Schädelhöhle noch mehr vermindert

sich zeigt. So fallen am Hinterhauptsbezirk das Occipitale basilare und superius ganz aus, so dass der Hinterhauptsknochen nur aus den beiden Occipitalia lateralia besteht, wovon ein jedes einen Condylus zur Gelenkverbindung mit der Wirbelsäule trägt. Die Schädelbasis wird von einem ansehnlichen Sphenoïdeum basilare gebildet, das aus einem breiteren, mit flügelartigen Seitenfortsätzen versehenen hintern Abschnitt — dem hintern Keilbeinkörper entsprechend, — und einem langen schmalen vordern Theil — dem vordern Keilbeinkörper entsprechend — besteht. Die Decke der Schädelhöhle wird bald von 4 Knochen, den beiden Scheitelbeinen und beiden Stirnbeinen, bald nur von zwei Knochen (*Oss. parieto-frontalia*) gebildet, in welchem letztern Falle, der bei den Fröschen besteht, die Scheitel- und Stirnbeine mit einander verschmolzen sind. Der vordere Theil der Schädelhöhle wird bald (bei Siredon) von zwei seitlichen Knochenstücken, bald dadurch abgeschlossen, dass diese oben und unten zu einem ringförmigen Knochenstück sich vereinigen — dem von Cuvier s. g. Gürtelbein, — das, da es den Ethmoïdalbezirk bilden hilft, von Manchen als Ethmoïdeum aufgefasst wurde, während es viel wahrscheinlicher dem Orbitalflügel des Keilbeins (*Orbito-sphenoïdeum*) entspricht und in einem ähnlichen Verhalten derselben bei den Fischen sein Analogon findet. Der vor dem Occipitale liegende Schläfenbezirk springt ansehnlich seitlich hervor und verbindet sich weiter auswärts mit dem Quadratum, als dem Träger des Unterkiefers. An der Umschliessung des Labyrinthes betheiligt sich von hinten her indess auch noch das Occipitale laterale. Der das Labyrinth umschliessende Knochenabschnitt entspricht dem Petroseum, das bei den Salamandrinen und Perennibranchiaten u. a. mit dem Occipitale laterale zu einem Stück sich verbindet. Was an diesem Bezirk als Squamosum oder Tympanicum oder Mastoïdeum zu deuten sei, darüber sind die Auffassungen der Anatomen sehr verschieden. Ein Mastoïdeum scheint gänzlich zu fehlen.

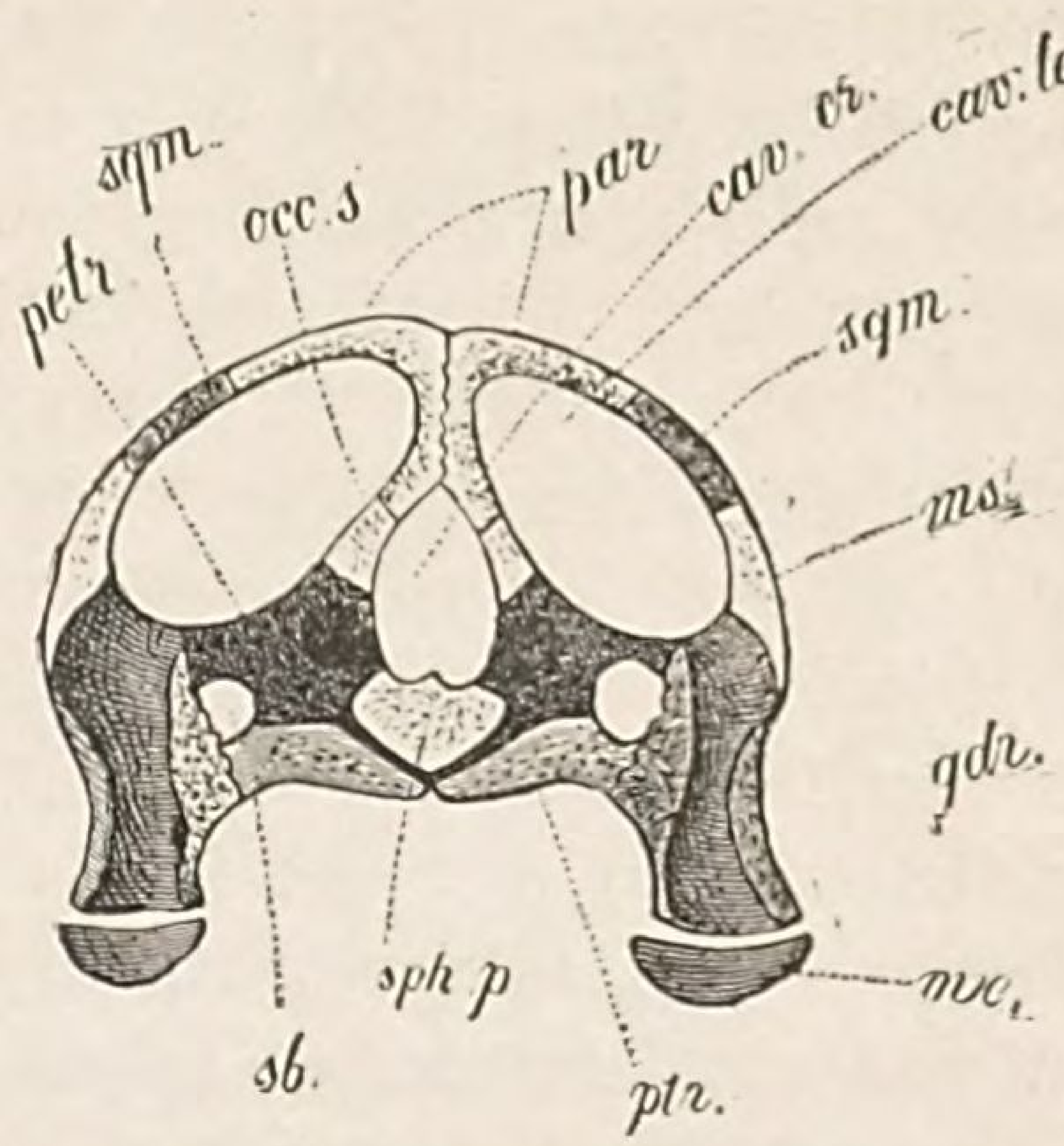


Fig. 491. Senkrechter Querschnitt des Schädels von Chelonia midas. *cav cr* Schädelhöhle (*Cavum cranii*). *occ.s* Os occipitale superius. *petr* Os petrosum. *sph.p* Körper des hintern Keilbeins (*Os sphenoïdale posterius*). *par* Scheitelbeine (*Ossa parietalia*). *cav.temp* Schläfenhöhle (*Cavum temporale*). *sqm* Os squamosum. *mst* Os mastoïdeum. *qdr* Os quadratum. *ptr* Os pterygoïdeum. *sb* (sollte *tb* heissen) Tuba Eustachii, aussen vom Os quadratum, unten vom Os pterygoïdeum, oben und innen vom Os petrosum begrenzt. *mx* Gelenktheil des Unterkiefers, mit dem Quadratbein das Kiefergelenk bildend.

ββ) **Antlitztheil des Kopfskelets der Amphibien.**

Während bei den Vögeln in Folge der höheren Ausbildung des Gehirns der Schädel derselben eine ansehnliche Grösse und ein gewisses Uebergewicht über den Antlitztheil behauptete, findet man bei den Amphibien gerade das Umgekehrte vor. Bei der Kleinheit des Gehirns hat die Schädelhöhle und damit auch der Schädel nur eine geringe extensive Ausbildung erlangt, während hingegen der Antlitztheil einer um so grössern Entfaltung und Ausbildung sich erfreuen durfte, in Folge dessen er sehr über jenen prävalirte und selbst ihn theilweise verdeckte.

Die lockere, zum Theil sehr bewegliche Verbindung der Knochen des Antlitzgerüstes der Vögel hat sich bei den Amphibien theilweise oder ganz verloren. Bei den meisten beschuppten, wie auch bei den nackten Amphibien ist das Oberkiefergerüst unbeweglich, wie bei den Säugethieren, mit dem Schädel verbunden. Aber ungeachtet dessen hat der Tragapparat des Unterkiefers, d. i. der Kieferstiel, seine Trennung in die typischen Stücke, — Quadratum und Quadrato-jugale, — wie sie bei den Vögeln sich vorfanden, keineswegs aufgegeben, sondern nur ihre bewegliche Verbindung mit Oberkiefergerüst und Schädel eingebüsst. Nur bei den Ophidiern (Fig. 492) ist die Verbindung ähnlich, wie bei den Vögeln, locker und beweglich. Das Quadratum articulirt mit dem dasselbe tragenden Squamosum.

Das Quadratbein ist meistens lang und nach hinten und aussen gerichtet, wodurch das Kiefergelenk auch weiter rückwärts als sonst verlegt wurde (Fig. 492 *quadr.*) und desshalb auch das Maul der Amphibien überhaupt, besonders aber das der Ophidier, Krokodile u. a. tiefer eingespalten und erweitert wurde. Bei den letzteren ist auch die Knochenkette, welche vom Quadratum nach vorn durch das Os pterygoïdeum und palatinum gebildet wird, mehr gelockert und beweglich mit dem Schädel verbunden. Das Verhältniss des Antheils an der Bildung des Oberkiefergerüstes, welches bei den Vögeln vorlag, hat sich bei den beschuppten Amphibien dahin verändert, dass die Zwischenkieferbeine (491 *im*) nicht mehr so sehr über die Oberkieferbeine prävaliren, wie dort; ja bei den Schlangen (Fig. 492) sind sie selbst rudimentär geworden. Nur bei einigen

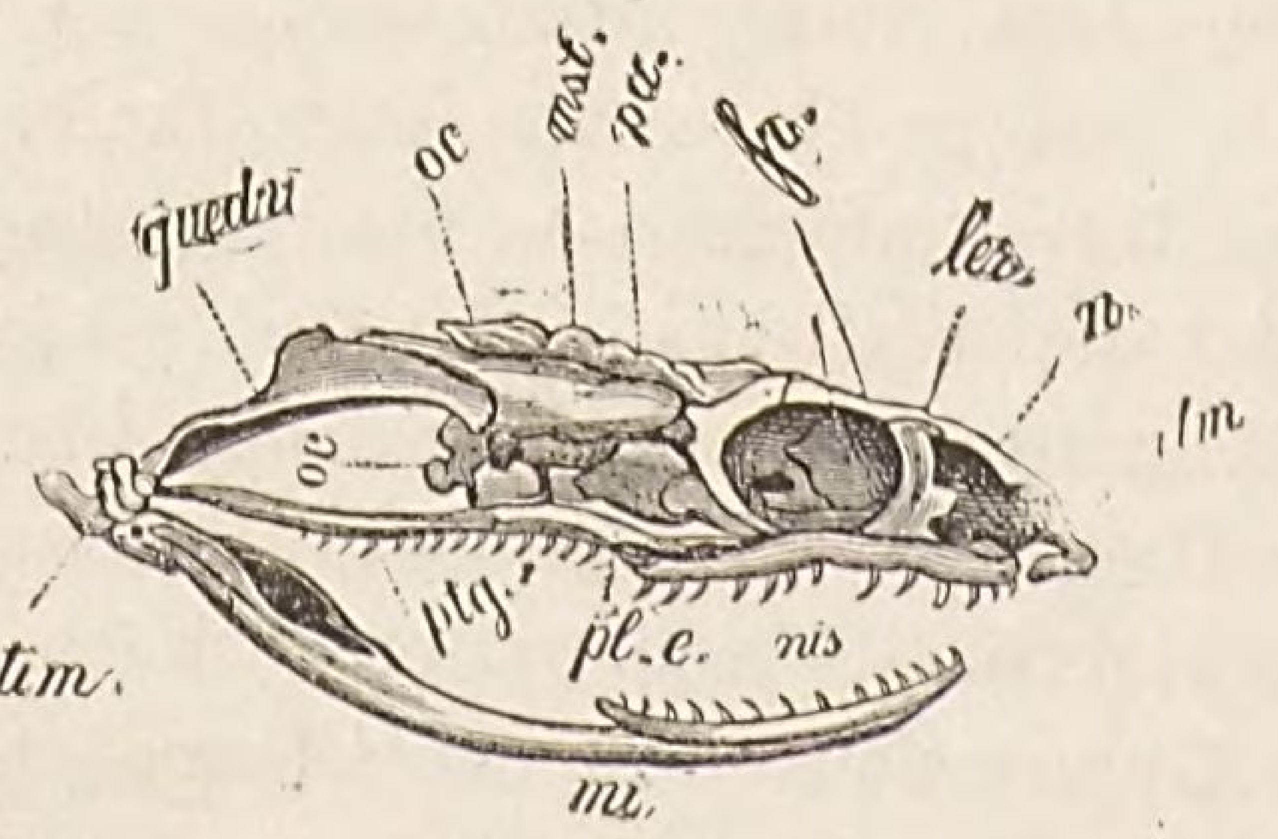


Fig. 492. Schädel einer nicht giftigen Schlange, von der Seite angesehen. *oc* Hinterhauptsbein (*Os occipitale*). *pa* Os parietale. *fr* Os frontale. *mst* Os squamosum. *ptg* Os pterygoïdeum internum. *pl.e* (sollte *ptg.e* sein) Os pterygoïdeum externum. *quedr* (sollte *quadrat* sein) Os quadratum. *nis* (sollte *ms* sein) Os maxillare superius. *itm* Os intermaxillare. *n* Os nasale. *ler* (sollte *lacr* sein) Os lacrymale. *mi* Unterkiefer (*Maxilla inferior*). *artim* (sollte *art.m* sein) Unterkiefergelenk (*Articulatio maxillae*).

nackten Amphibien, wie bei Siren, sind die Oberkieferbeine verkümmert und bei Proteus fehlen sie selbst ganz.

Ausser den typischen Knochen des Oberkiefergerüstes, zu denen bei Sauriern und Krokodilen auch die Thränenbeine gehören, gibt es noch accessorische, deren Deutung nicht immer sicher steht. So liegen vor den Stirnbeinen und beiderseits der Nasenbeine Knochen, welche die Orbita von vorn und die Nasenhöhlen von oben und hinten bilden helfen. Sie heissen Praefrontalia, werden aber auch als Ethmoïdalia lateralia betrachtet. Zur Umschliessung der Orbita von hinten trägt ein, hinten am Hauptstirnbein und Scheitelbein sitzender Knochen noch bei, den man Postfrontale bezeichnet. So liegt ferner bei Sauriern, Krokodilen und Schlangen, nach aussen vom Pterygoïdeum, ein längliches Knochenstück, welches jenes mit dem Oberkieferbein verbindet und Pterygoïdeum externum oder auch Os transversum genannt wird.

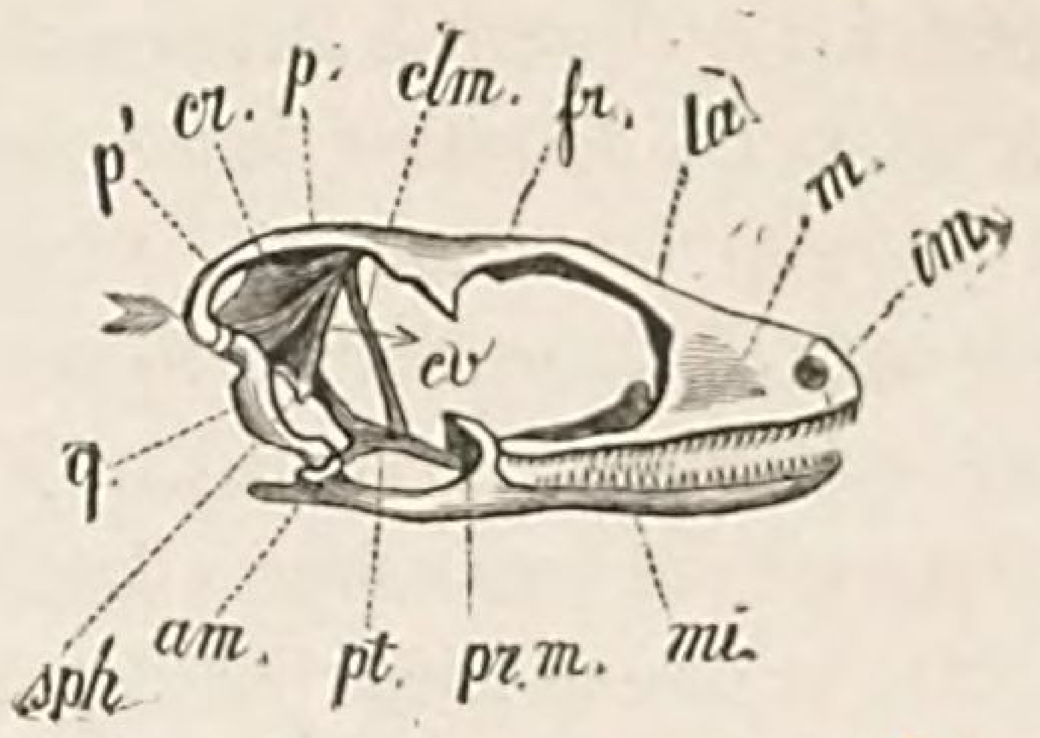


Fig. 493. Seitenansicht des Schädels von Platydactylus guttatus. *cr* Cranium. *cv* Vordere, nur häutig verschlossene Lücke, womit die Schädelhöhle in das Orbitalgewölbe ausmündet. *p* Os parietale. *p'* Knochenbrücke, welche vom Scheitelbein zur Seite des Hinterhauptbeins sich spannt. *fr* Os frontale. *sph* Sphenoïdeum. *q* Os quadratum. *am* Articulatio maxillae. *pt* Os pterygoïdeum. *clm* Columella.

Der Unterkiefer besteht aus einem Knorpel, der, wie bei den Vögeln, von mehreren Knochenstücken umgeben wird, die theils aus Ossificationen des Knorpels selbst, theils aus solchen seiner bindegewebigen Umgebung hervorgingen. Es sind dieselben, welche schon bei den Vögeln namhaft gemacht wurden. Es finden sich indess nicht immer alle zugleich vor. So haben die Giftschlangen nur drei oder höchstens vier, während die übrigen Ophidier meistens fünf besitzen, und bei den Sauriern und Krokodilen steigt ihre Zahl auf sechs jeder Seite, also im Ganzen auf 12. Es würde diese Zahl auch für die Chelonier gültig sein, wenn nicht bei den meisten, ähnlich, wie bei den Vögeln, die beiden Dentalia zu einem unpaaren Stücke verwüchsen und sonach die Gesammtzahl auf elf reducirt wird.

Wenn alle den Unterkiefer zusammensetzenden Stücke vorhanden sind, wie bei den Krokodilen, Sauriern und Schildkröten, sind diese die nachfolgenden: 1) das Zahnstück (*Os dentale*), welches den vordersten Theil des Unterkiefers bildet und (mit Ausnahme der Chelonier) die Zähne trägt; 2) das Gelenkstück (*Os articulare*), welches meistens allein das Gelenk für das Quadratum trägt; 3) das Kieferwinkelstück (*Os angulare*); 4) das äussere Deckstück (*Os supraangulare*), über dem vorhergehenden liegend, den hintern Theil der Aussenseite des Unterkiefers vervollständigend und an der Bildung des Kiefergelenkes bisweilen Theil nehmend;

5) das innere Deckstück (*Os operculare*), welches die innere Wand des Unterkiefers bilden hilft und vorn an das Dentale angrenzt; 6) das Kronenstück (*Os coronoïdeum s. complementare*) nimmt die höchste Stelle am Unterkiefer in seiner Mitte ein und entspricht dem Processus coronoïdeus des letzteren. Letztes Stück ist am meisten entwickelt bei den Sauriern (Fig. 490) und Cheloniern, verkümmert dagegen bei den Krokodilen. Bei diesen (und einigen Sauriern) trägt das hintere Ende des Unterkiefers noch einen nach hinten gerichteten Fortsatz (Fig. 490), der an einen entsprechenden, wie bei manchen Vögeln (Urogallus, Cygnus, Anas u. a.) erinnert. Ueberhaupt finden sich bei den Krokodilen auch noch einige andere Vogelähnlichkeiten am Unterkiefer vor. So das Durchbrochensein des hintern Theils desselben von einer ansehnlichen knochenfreien Lücke, wie solches auch bei manchen Vögeln (Urogallus u. a.) schon angetroffen wurde. Besonders auffallend aber ist die Pneumaticität des Os articulare, zu dessen grossen Luftzellen ein hinter der Gelenkfläche liegendes Luftloch führt, das durch einen häutigen Canal mit einer an der Hinterseite des Os tympanicum (Quadratum) liegenden entsprechenden Oeffnung verbunden ist, so dass die Luftzellen des Articulare mit den Luftzellen der Schädelknochen communiciren (Stannius).

Wo die beiden Hälften des Unterkiefers vorn nicht verwachsen sind, wie bei den Cheloniern, werden sie durch Naht oder Symphyse mit einander unbeweglich (Fig. 492) verbunden. — Nur bei den Schlangen, namentlich den weitmauligen, sind sie durch dehnbare Bandmassen so lose und so beweglich mit einander vereinigt, dass sie sehr weit vor- und rückwärts an einer verschoben werden können, was das Verschlingen ihrer oft sehr voluminösen Beute sehr erleichtert. Bei den nackten Amphibien persistirt der primitive Unterkieferknorpel oft in viel ausgedehnterem Grade, als bei beschuppten Amphibien, und bildet immer die Grundlage des Articulare zur Verbindung des Unterkiefers mit dem Quadratum (dem Kiefersuspensorium). Die ihn mehr oder weniger umlagernden Deckstücke sind weniger ausgebildet, als bei den beschuppten Amphibien; manche von denselben fehlen. Oft sind nur ein Dentale und Operculare vorhanden. — Bei den Coëcilien ist der Unterkiefer jedoch solide und jede seiner beiden, durch Naht vorn vereinigten Seitenhälften besteht nur aus zwei Stücken, einem hinteren, welches die Stelle des Articulare und Angulare vertritt, und einem vorderen, welches das Dentale darstellt.

dd) Kopfskelet der Fische.

Das Kopfskelet der Fische zeigt sowohl hinsichtlich seiner Form als auch bezüglich der Zahl seiner Glieder, die es zusammensetzen, die grösste Mannichfaltigkeit. Einzelne, sonst einfachere Stücke erleiden mitunter eine

grössere Zersplitterung, während andere mehr oder weniger Reductionen erfahren oder selbst ganz ausfallen. Dadurch wird das Verständniss des Baues des Kopfskelets und die Vergleichung seiner einzelnen Stücke mit denen des Kopfskeletes der höheren Wirbelthiere sehr erschwert, was noch dadurch vermehrt wird, dass eine Anzahl von Knochen noch in seine Zusammensetzung eingreifen, welche theils aus Ossificationen der äussern Bedeckungen stammen, theils den Fischen eigenthümliche Skeletstücke, die den höheren Thieren fehlen, darstellen. Allein, ungeachtet alles dessen, ist doch der gemeinsame Plan, der dem Kopfskelete aller Wirbelthiere zu Grunde liegt, auch hier nicht zu verkennen, wenn auch weitgehende Abänderungen ihn mehr oder weniger verdecken oder verwischen.

αα) Schädel (*Cranium*).

Bei den Knochenfischen betheiligen sich an dem Aufbau des Schädels ähnliche Knochen mit ähnlichen Lagerungsverhältnissen, als wie bei den höheren Thieren. Auch lassen sich hier wirbelähnliche Ringbezirke wie bei den übrigen Wirbelthieren unterscheiden, wenn auch nur der hinterste den Wirbeln des Rückgrates am vollkommensten gleicht, die beiden andern, nach vorn nachfolgenden aber ihren Wirbelcharakter mehr oder weniger verwischt haben.

Bei den meisten Knochenfischen finden sich mehr oder weniger Reste des knorpeligen Primordialcranium vor, die bald am Schädeldache, bald am Ethmoïdalbezirk in grösserer Ausdehnung, bald zwischen einzelnen Knochen in der Form von knorpeligen Lamellen oder Streifen fortbestehen. Die Knochen des Schädels bilden sich theils aus Ossificationen des primordialen Knorpelcranium hervor, theils aus solchen, welche von dem äussern Perichondrium oder, wo der Knorpel defekt ist und nur häutig vertreten wird, aus solchen, welche in diesem entstanden sind. Im ersteren Falle verdrängen sie nach Maassgabe ihrer Entwicklung die knorpelige Anlage, im andern aber legen sie sich von aussen dem Primordialcranium an und lassen den betreffenden Theil des letztern an ihrer Innenfläche mehr oder weniger fortbestehen.

Nach den drei Schädelwirbeln können wir auch hier drei gürtelförmige Schädelbezirke oder Segmente unterscheiden, einen hintern, mittlern und vordern. Der hintere oder Occipitalbezirk wird von vier Ossa occipitalia: 1 Basilare, 2 Lateralia und 1 Superius zusammengesetzt. Das Basilare stellt einen Wirbelkörper, der auch vollkommen mit den Wirbelkörpern des angrenzenden Rückgrates übereinstimmt, dar, während die übrigen den Wirbelbogen bilden. Die Verbindung mit der Wirbelsäule erfolgt auch auf dieselbe Weise, wie die Verbindung der Wirbelkörper des Rückgrates untereinander.

Neben dem Occipitale laterale und superius ist noch ein Knochenstück eingefügt, das man Occipitale externum bezeichnet. Es richtet nach hinten einen verschieden starken Fortsatz hervor, an welchem einer der obern Zacken des Schultergürtels angeheftet ist. Da Theile des Ohrlabyrinthes von ihm mit umschlossen werden, wird er als zu den Knochen der Ohrgegend gehörig betrachtet und von Haxley Epioticum genannt.

Dem Occipitalwirbel folgen nach vorn der mittlere und vordere Wirbelbezirk, welchen an der Basis des Schädels das Sphenoïdeum basilare und seitlich die hinteren (*Alae temporales s. Alisphenoïdea*) und die vorderen Keilbeinflügel (*Alae orbitales s. Orbitosphenoïdea*) zu Grunde liegen.

Während der Occipitalbezirk den Wirbelcharakter in einer so entschiedenen Weise zu Tage treten liess, verwischt sich derselbe bei dem mittlern und vordern Wirbelbezirk durch Verkümmerung und Rückbildung einzelner seiner Theile in sehr bedeutendem Grade, so dass es schwer fällt, ihn noch zu erkennen. Die Körper dieser Wirbel erfahren eine so ansehnliche Verkümmerung, dass der des vordern meistens ganz in Wegfall kommt, und der des mittlern Wirbels zwar nicht auch diesem Schicksal anheim fällt, aber doch zu einem verhältnissmässig unansehnlichen Knochen — Sphenoïdeum basilare s. Basisphenoïdeum — herabsinkt, der kaum noch sich eignet, die Bogentheile dieses Wirbels (*Alae temporales*) zu tragen. Daher die letzteren, um dem untern Schlusse dieses Wirbelbezirkes mehr Festigkeit zu verleihen, häufig über ihm von beiden Seiten zusammenstossen und mit einander zu einem unten geschlossenen Bogen verwachsen, dadurch ihn aber auch von der Schädelhöhle ausschliessen. Bei dem vordern Schädelwirbel, dessen Körperstück ganz zu fehlen pflegt, ist die Verschmelzung der untern Enden der, seine Bogentheile darstellenden Orbitalflügel sogar der gewöhnliche Fall. Ja, die beiderseitigen Petrosa, die mit dem Wirbelbau nichts gemein haben, können beigezogen werden, durch Verbindung ihrer Enden mit einander die Stärke des Bodens der Schädelhöhle wieder zu erhöhen, welche durch die Verkümmerung des Sphenoïdeum basilare so sehr beeinträchtigt wurde. Der Verkümmerung der Körpertheile der beiden vordern Wirbelbezirke schliesst sich bisweilen auch eine solche selbst der Temporal- oder Orbitalflügel insoweit noch an, als diese in einzelnen Fällen mehr oder weniger Defekte zeigen und diese häutig ergänzt werden.

Diese Rückbildung des mittlern und vordern Wirbelbezirkes hat indess nicht so viel Auffälliges, als anfänglich es scheinen will, wenn man erwägt, dass die Schädelhöhle, wegen des auf so niedriger Stufe der Ausbildung stehenden Gehirns, nur einer sehr geringen Grösse bedurfte und diese nicht einmal ganz von dem Gehirn in Anspruch genommen wird. Uebrigens vollzogen sich ähnliche Reductionen auch schon an dem Schädel der Amphibien und nicht

bloss an den beiden vordern, sondern selbst auch im hintern Wirbelbezirke, wie die Verdrängung des Occipitale basilare aus der Schädelhöhle bei Cheloniern und der gänzliche Wegfall des Occipitale basilare und superius beim Frosch u. a. Beispiele abgeben.

Diese so weitgehende Rückbildung der, den vordern Theil der Basis cranii bildenden Knochentheile hat natürlich eine nicht geringe Schwächung jener zu Folge, was namentlich die Stütze, welche die Basis cranii nach unten und vorn dem Antlitzgerüste zu gewähren hat, sehr beeinträchtigen und beschränken musste. Daher nach dieser Seite hin eine Ergänzung Statt haben musste, welche dadurch geboten wurde, dass ein starker langer Deckknochen sich entwickelte, der wie ein Tragbalken unter die Basis cranii sich legt, hinten mit dem Occipitale basilare fest verbunden ist und nach vorn, bis zur Schnauze sich verlängernd, ebenso mit dem Vomer fest sich vereinigt. Man bezeichnet diesen Knochen, da er das Sphenoïdeum basilare von unten deckt und es ergänzt, Parasphenoïdeum. Dadurch wurde dem Oberkiefer-Gaumengerüste die Stütze wieder zurückgegeben, welche es an der verkümmerten Basis cranii eingebüsst hatte.

Wie an der Basis cranii, so macht sich auch am Schädeldache insoweit gleichfalls eine Rückbildung bemerklich, als die obern Schlusstheile der beiden vordern Wirbelbezirke in ihrer Anlage ebenfalls verkümmerten und nur durch das Beiziehen von Knochen, welche zum Theil in der aussen aufliegenden äusseren Bedeckung entstanden, dieser Defekt gedeckt und der knöcherne Schluss des Schädelgewölbes hergestellt werden konnte. Diese das Schädeldach deckenden Knochen sind die, unmittelbar vor dem Occipitalbezirk liegenden beiden Scheitelbeine (*Ossa parietalia*) und die vor diesen folgenden Stirnbeine (*Ossa frontalia*), (Fig. 494), welche bisweilen auch durch ein Stück (*Os frontale principale*) vertreten sein können, je-

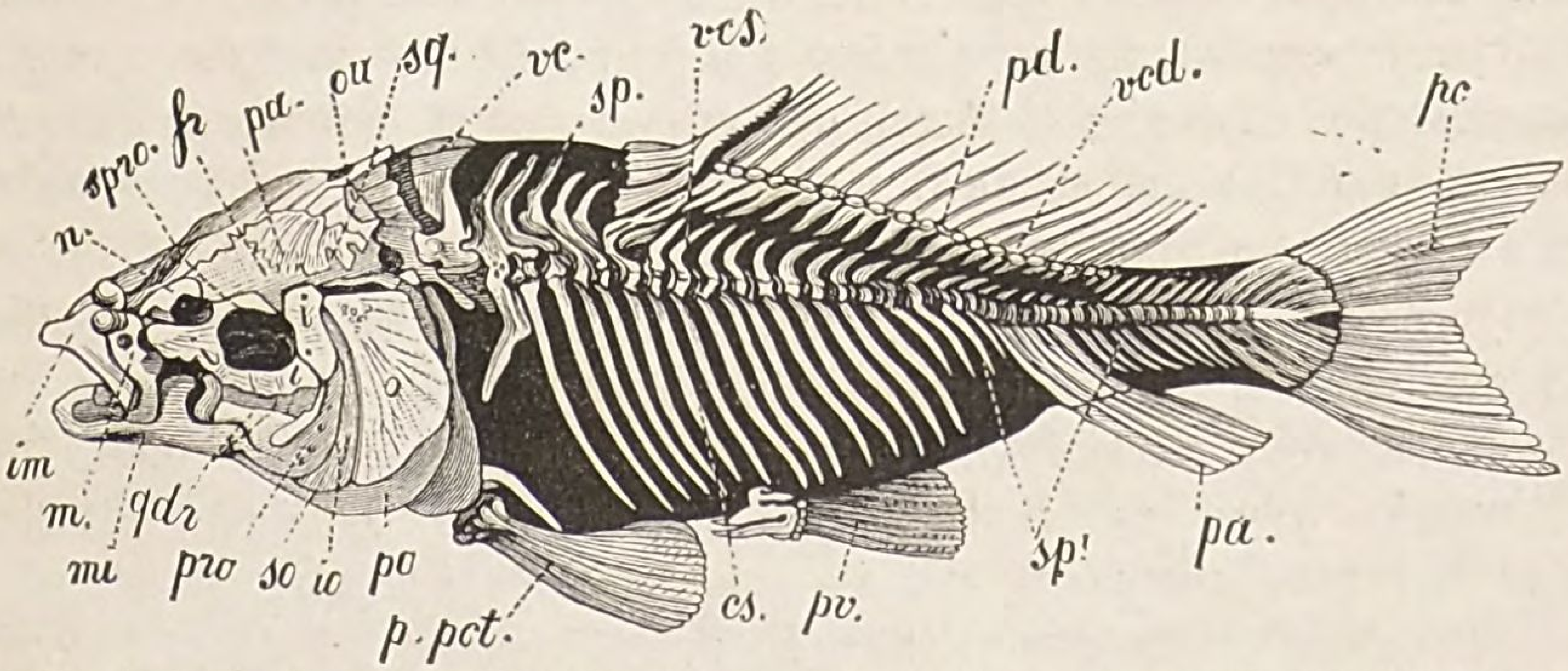


Fig. 494. Skelet von Cyprinus Carpio. Kopf. *o* Os occipitis. *pa* Os parietale. *fr* Os frontale. *n* Os nasale. *m* Os maxillare superius. *mi* Os maxillare inferius. *im* Os intermaxillare. *qdr* Os quadratum. *spro* Ossa supraorbitalia. *i* Ossa infraorbitalia. *sq* Os squamosum. *o* Operculum. *pro* Praeoperculum. *io* Interoperculum. *so* Suboperculum, oft mit dem vorhergehenden zu einem Stück verschmolzen. *po* Postoperculum. Rumpf. *vc* Die zwei ersten verschmolzenen Wirbel. *vcs* Rippentragende Wirbel. *vcd* Caudalwirbel. *sp* Process. spinosi und obere Wirbelbogen. *sp'* Untere Wirbelbogen und Process. spinosi inf. — Gliedmassen. *p.pct* Brustflossen (*Pinnae pectorales*). *pv* Bauchflossen (*Pinnae ventrales*). *pc* Schwanzflosse (*Pinna caudalis*). *pd* Rückenflosse (*Pinna dorsalis*). *pa* Afterflosse (*Pinna analis*).

doch in der Regel paarig sind. Seitlich hinten und seitlich vorn schliessen sich meistens Ossa frontalia posteriora und anteriora noch an.

Ausser diesen, zum Wirbelbau des Schädels in näherer Beziehung stehenden Knochen nehmen an der Bildung des Schädels auch noch solche Antheil, welche als Schädelknochen erscheinen und mehr oder weniger in stützender und schützender Beziehung zum Gehör- und Riechorgan stehen. Die ersteren stellen die Knochenstücke dar, welche das Schläfenbein der höheren Thiere vertreten sollen, während die andern dem Ethmoïdeum verglichen werden.

Die Knochenstücke der Schläfengegend zeigen indess bezüglich ihrer Zahl, Ausbildung und Beziehung zu dem von ihnen zu umschliessenden Ohrlabyrinth sehr grosse Verschiedenheiten, so dass ihre Vergleichung mit Knochen der Schläfenregion der höheren Thiere sehr schwierig und unsicher ist. Daher auch die Verschiedenheiten sich erklären lassen, welche bezüglich ihrer Deutung bestehen. Aehnliches gilt auch hinsichtlich der Knochen des Ethmoïdalbezirkes.

Von den Knochen der Schläfengegend ist das Petrosum (Prooticum Haxley) das beständigste, das einen Theil des Labyrinths umschliesst und zwischen dem Occipitalwirbel und den Keilbeinflügeln seine Lage hat. Unten können sie von beiden Seiten, über dem Sphenoïdeum basilare, untereinander zusammenstossen und dadurch einen Canal — Augenmuskel-Canal — bilden helfen, in dem die hintern Enden einiger Augenmuskeln liegen. Ausserdem wird als zur Ohrgegend gehörig, nebst dem oben schon erwähnten Epioticum (s. Occipitale ext.) noch ein Opisthoticum (s. Intercalare), sowie auch ein Squamosum (s. Mastoïdeum) unterschieden. Das Opisthoticum, von sehr veränderlicher Ausbildung, liegt vor dem Occipitale laterale, während das Squamosum über jenem seine Lage nimmt, den Canalis semicircularis externus umschliessen hilft und einen starken pyramidalen Fortsatz nach hinten und aussen richtet (daher auch als Mastoïdeum von Cuvier, Meckel u. A. gedeutet wurde), woran einige der obern Zacken des Schultergürtels befestigt sind.

Der Ethmoïdalbezirk lässt ein Mittelstück (*Ethmoïdeum medium*) und zwei Seitenstücke (*Ethmoïd. lateralia*) unterscheiden, letztere (Cuvier's Frontalia anteriora) die Unterlage der Nasenkapseln bildend. Diese Skeletstücke zeigen grosse Mannigfaltigkeit in der Ausbildung, oft theilweise oder ganz knorpelig, sind sie vom Schädel nach vorn verdrängt, so dass sie selbst vor die Augenhöhlen zu liegen kommen, an deren Trennung sie desshalb keinen Theil mehr haben.

An die Verschiebung der Lage der Kopfknochen, in Folge veränderter Lage und Stellung der Nasenhöhle bei den Cetaceen, erinnert eine ähnliche Verschiebung und assymmetrische Lagerung der Kopfknochen bei den

Schollen *(Pleuronectes)*, in Folge der Lageveränderung des einen Auges auf die andere Seite, wodurch beide Augen auf dieser, beim Schwimmen aufwärts sehenden Seite stehen.

An dem Schädel der Ganoïden (Störe) treten die knöchernen Elemente mehr oder weniger zurück und wird die Schädelhöhle von dem das ganze Leben hindurch sich erhaltenden knorpeligen Primordialcranium umschlossen. An der Basalseite und auf dem Schädeldache ist der Knorpelschädel noch von Knochen überdeckt. Ersterer stellt das Parasphenoïdeum der Knochenfische dar, welches ein Deckknochen ist. Die Knochenplatten auf dem Schädelgewölbe sind Ossificationen der äussern Bedeckungen, wodurch das unterliegende knorpelige Schädeldach verstärkt werden sollte. Da diese Hautknochen grosse Aehnlichkeit mit den Knochen des Schädelgewölbes der Knochenfische haben, so leitet man daraus den Beweis ab, dass letztere ebenfalls aus den Bedeckungen stammende Knochen des Schädelgerüstes seien.

Bei den Selachiern, Chimaeren und Cyclostomen sind endlich die knöchernen Bestandtheile des Schädels geschwunden, und stellt derselbe eine ungegliederte Knorpelkapsel dar, in deren Basis (mit Ausnahme der Chimaeren und Rochen) die Chorda sich fortsetzt. Bei den Plagiostomen ist indess die Kapsel oben offen und nur häutig verschlossen. An ihrer Aussenseite trägt sie Gruben zur Aufnahme des Seh- und Riechorgans — Augen- und Riechgruben — (Fig. 495 *o ol*) und nach vorn

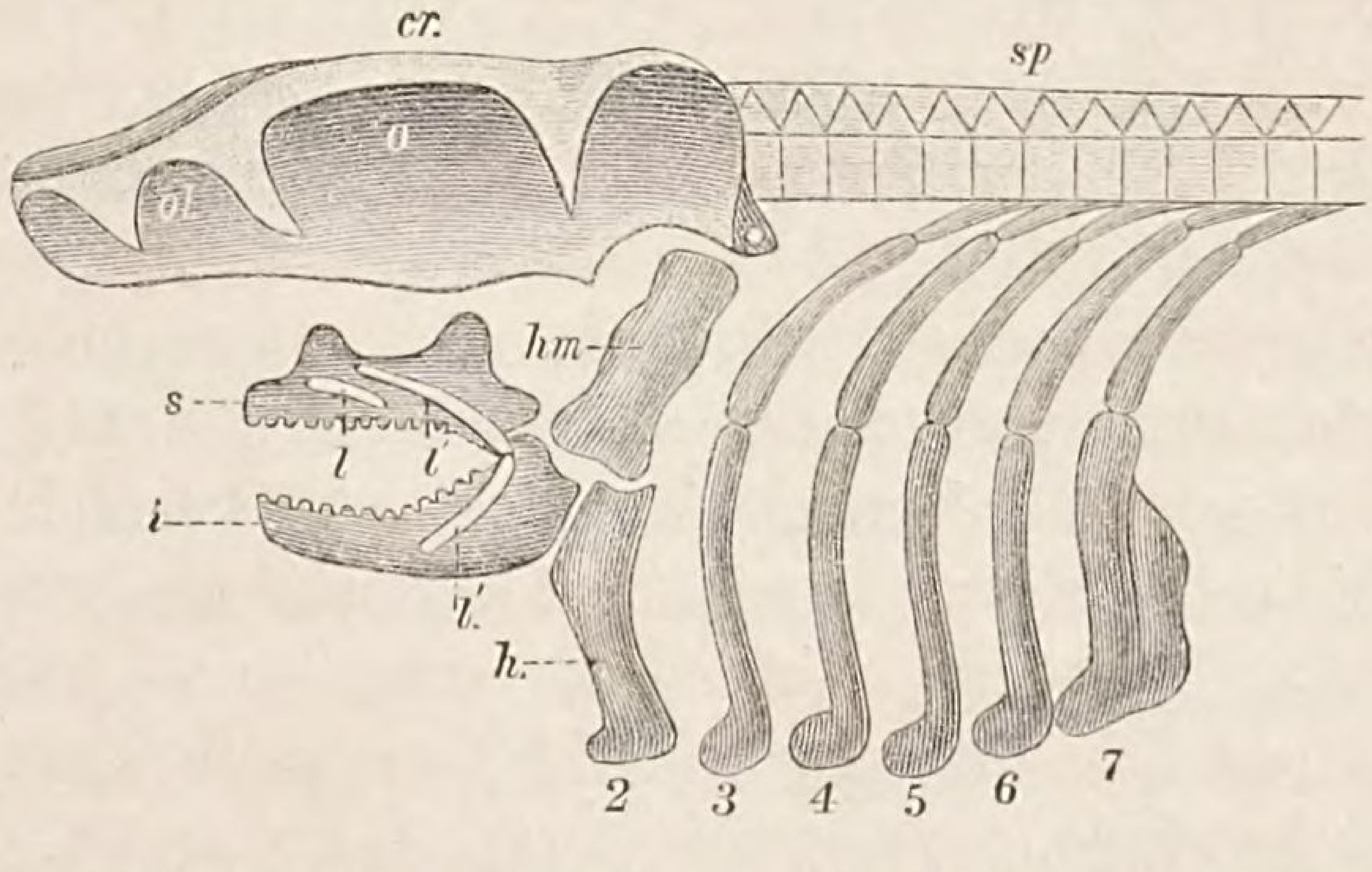


Fig. 495. Kopfskelet und Kiemengerüst von Acanthias vulgaris (etwas schematisch gehalten). *cr* Knorpelige Schädelkapsel. *o* Augengrube. *ol* Nasengrube. *sp* Rückgrat. *s* Oberkiefer. *i* Unterkiefer. *l l'* Lippenknorpel. *hm* Oberer Theil des Zungenbeinbogens — Hyomandibulare. *h* Unterer Theil desselben, das Zungenbein. *2—7* Knorpelbogen des Kiemengerüstes.

verlängert sie sich mehr oder weniger schnauzenartig. Wo eine solche Verlängerung eine ansehnliche Grösse erreicht und mit Zähnen besetzt wird, wie beim Sägefisch (Fig. 496), kann sie zur Waffe selbst werden. Wirkliche Knochenbildungen kommen am Schädel der Selachier nirgends mehr vor. Wo einzelne Abschnitte des Knorpelschädels das Aussehen von

Knochen annehmen, wird dieses nur durch Verkalkung der oberflächlichen Schichte des Knorpels veranlasst.

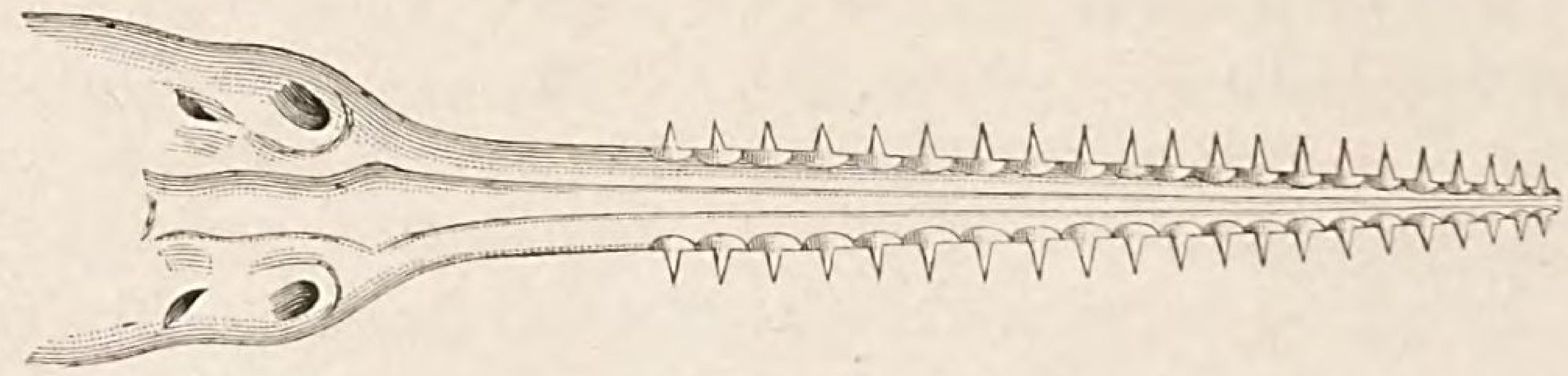


Fig. 496. Die schwertförmig verlängerte Schnauze des Sägefisches mit den beiderseits stehenden Zähnen.

Bei den Cyclostomen findet sich, zur Aufnahme des allerdings niedrigst entwickelten Gehirns, eine kleine, knorpelige Schädelkapsel (Fig. 497 *cr*) als blasige Erweiterung des Rückgratcanals noch vor, in deren knorpelige, bisweilen noch harte Basis die Chorda eine kurze Strecke weit

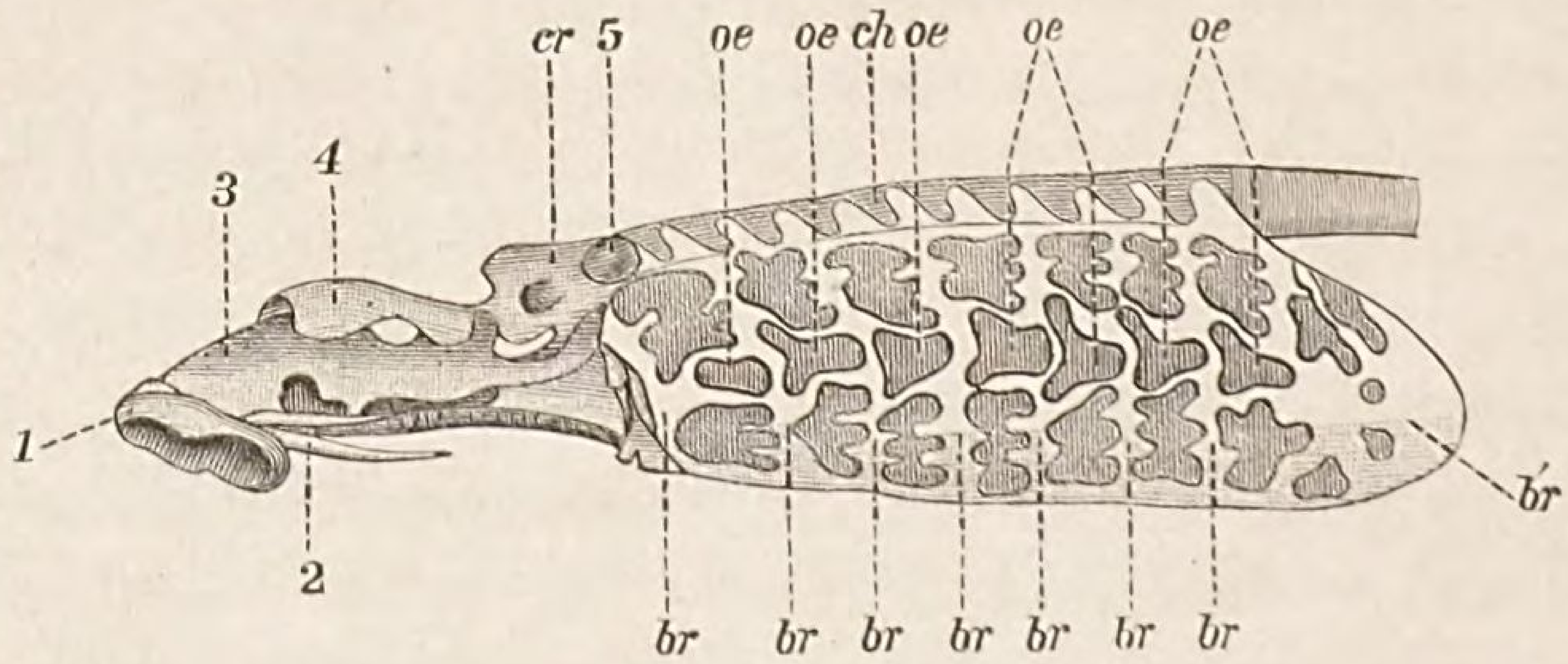


Fig. 497. Kopf und Kiemengerüst von Petromyzon fluviat. (nach R. Wagner). *cr* Knorpelhäutiges Cranium. *1* Knorpeliger Lippenring. *2* Anhang desselben. *3* und *4* Vordere und hintere Deckplatte des Mundes. *5* Gehörkapsel. *ch* Chorda dorsalis mit den Rudimenten von Bogenstücken der Wirbel. *br* Einzelne verästelte Bogen des Kiemenbogenkorbes, die sowohl am dorsalen Ende, mit dem sie am Rückgrat angeheftet sind, als auch am ventralen Ende und in der Mitte zwischen beiden letzteren mit einander in Verbindung stehen; an letzterer Stelle umgeben die doppelten Verbindungsstäbe Lücken (*oe*), welche die äusseren Kiemenöffnungen stützend umgeben. *br'* Geschlossenes hinteres Ende des Kiemenbogenkorbes.

hinein sich fortsetzt. Zu jeder Seite des Basilarknorpels liegt eine auswärts gerichtete blasenförmige derbe Kapsel (Fig. 497 *5*) — die Ohrkapsel —, welche das Gehörorgan einschliesst. Vorwärts davon gehen von dem harten Basilartheile noch zwei Fortsätze nach vorn ab, welche einen vordern häutigen Theil der Schädelbasis umgreifen. Vor der vordern häutigen Wand der Schädelkapsel liegt die Nasenkapsel, welche indess bezüglich ihrer Gestalt viele Verschiedenheit darbietet. Unterhalb dieser folgen die Schnauz- und Lippenknorpel. Bei Petromyzon liegt nahe unter und vor der Nasenkapsel und vor dem harten Gaumen eine ansehnliche Deckplatte (Fig. 497 *4*), unter welcher, dachziegelförmig davon überdeckt, eine zweite (Fig. 497 *3*) liegt, die weiter nach vorn vorspringt und hinten jederseits mit dem Gaumenbogen durch einen eigenen Knorpel in Verbindung steht. Am weitesten nach vorn, die Mundöffnung umgebend, schliesst sich ein ringförmiger Lippen- oder Mundknorpel (Fig. 497 *1*) an, mit einem nach hinten abgehenden griffelförmigen Anhang (Fig. 497 *2*). Kieferbil-

dungen fehlen indessen vollständig, obschon diese den Saugmund umgebenden Skeletstücke wohl nur umgewandelte Ueberbleibsel davon sind.

Bei Amphioxus fehlt jede Spur eines Schädels. Sowie das vordere Ende des Rückenmarkes hier noch nicht als Hirn sich entwickelte, so erfuhr auch das vordere Ende des Rückgratcanals noch keine Erweiterung zu einer Schädelkapsel.

ββ) Antlitztheil des Kopfskelets bei den Fischen.

Bei den Knochenfischen lässt sich ein grosser Theil der Knochen, aus dem er zusammengesetzt wird, ohne grossen Zwang auf diejenigen zurückführen, welche das Antlitzgerüst der vorausgehenden höheren Thierklassen bildeten. Es lässt nämlich auch einen Oberkiefer-Gaumenapparat, einen Unterkiefer- und einen Tragapparat unterscheiden, wodurch letzterer mit der Schläfengegend des Schädels verbunden wird. An der Zusammensetzung des ersteren betheiligen sich die paarigen Zwischenkiefer- und Oberkieferbeine, die Flügel- und Gaumenbeine, Pflugscharbein und die Nasenbeine, und ausserdem greifen auch noch Schädelknochen (Keilbein, Siebbein und Stirnbein) mehr oder weniger tief in seinen Aufbau ein (Fig. 494).

Die Stirnbeine überlagern das Orbitalgewölbe, das meistens nur ein knorpelhäutiges Septum interorbitale besitzt. Der mittlere Theil der Mundhöhlendecke wird von dem balkenartig nach vorn sich verlängernden Parasphenoïdeum gebildet, mit welchem vorn der Vomer, der über sich das Ethmoïdeum hat, zusammenstösst. Seitlich liegt der Knochenzug, welcher von dem Flügel- (*Os pterygoïdeum*) und Gaumenbein (*Os palatinum*) jederseits zusammengesetzt wird und den vordern Theil des Oberkiefergerüstes mit dem Schädel mehr oder weniger beweglich verbindet. Die Oberkieferbeine (*Ossa maxillaria superiora*) und die Zwischenkieferbeine (*Ossa intermaxillaria*) begrenzen den Eingang zur Mundhöhle von oben, zeigen aber in Bezug auf Ausbildung und Verbindungsweise sehr grosse Verschiedenheiten, so dass der eine über den andern mehr oder weniger ein Uebergewicht erhält, oder auch umgekehrt von ihm an Ausdehnung und Bedeutsamkeit überholt wird. Bei Fischen, welche eine Art Schnabel besitzen (Belone u. a.), wird dieser, ähnlich wie bei Vögeln, von dem stark verlängerten Zwischenkiefer gebildet. Das Gleiche gilt auch von dem s. g. Schwert bei Xiphias.

Das Kiefersuspensorium erstreckt sich von der Schläfengegend des Schädels, mit welcher es meistens beweglich verbunden ist, in einem mehr oder weniger weiten Bogen bis zu dem Unterkiefer. Mit letzterem geht es eine Gelenkverbindung ein, steht aber auch mit den Knochen des Gaumenapparates im Zusammenhang. Seine wesentlichsten Stücke sind: 1) das

Hyomandibulare (Temporale Cuvier; Quadratum Bojanus, Hallmann), das die Verbindung mit dem Schädel bewirkt; 2) das Symplecticum Cuvier, das eine stabförmige, etwas einwärts gelegene untere Verlängerung des vorigen darstellt; 3) das Quadratum (Quadrato-jugale, Hallmann; Jugale, Cuvier), welches das Unterkiefergelenk trägt; 4) das Metapterygoïdeum (s. Tympanicum, Cuvier), das eine Verbindung vermittelt zwischen Hyomandibulare, Quadratum und Pterygoïdeum, welches letztere selbst wieder in ein Ectopterygoïdeum (Os transversum, Cuvier) und Endopterygoïdeum zerfällt. Die Pterygoïdstücke verknüpfen die Gaumenbeine mit dem Kieferträger.

Der Unterkiefer besteht zum grössten Theile noch aus der primitiven Knorpelanlage, deren Fortbestand den s. g. Meckel'schen Knorpel darstellt. Jede Seitenhälfte des Unterkiefers besteht aus mindestens zwei Knochenstücken, von denen das eine hintere aus dem Gelenktheil des Knorpels sich bildet und das Articulare darstellt, das mit dem Quadratum die Gelenkverbindung vermittelt, das andere dagegen, den vordern Theil einnehmend, ein dünnes Deckstück darstellt, das den Knorpel von aussen scheidenartig umschliesst und das Dentale genannt ist.

An diese können sich noch ein Angulare, das unter dem Articulare seine Lage nimmt, und ein Deckknochen an der Innenseite des Unterkieferknorpels, den man — Operculare — bezeichnet, anschliessen.

Das knöcherne Antlitzgerüst der Knochenfische wird aber dadurch noch wesentlich complicirt, dass zu demselben noch Skeletstücke sich gesellen, welche den Fischen eigenthümliche Bildungen verleihen, wie solche sind:

a) die Knochen, welche den Kiemendeckelapparat bilden, und
b) accessorische Knochen, welche als Ossificationen der äusseren Bedeckung das Antlitzskelet noch vervollständigen.

Letztere können über den grösseren Theil des Antlitzes, sowie des Kopfes überhaupt, wie ein Hautpanzer ausgedehnt sein.

Aehnliche Stücke eines solchen Kopfhautpanzers stellen auch die, die Augenhöhlenränder vervollständigenden Ossa infraorbitalia (Fig. 498) dar, die auch in andern höheren Thierklassen (Amphibien und Vögeln) schon auftauchten.

Der Kiemendeckelapparat, welcher die Kiemenhöhle überlagert und die äussere Kiemenspalte von vorn begrenzt, wird bei den Stören nur von einem Knochen — Operculum — gebildet, zu dem sich bei andern Ganoïden und besonders aber bei den Knochenfischen (Fig. 498) noch einige andere (meistens drei oder vier) zugesellen, die ihre Lage theils unter (Suboperculum und Interoperculum), theils hinter ihm (Postoperculum), theils vor ihm nehmen. Im letztern Falle Praeoperculum

genannt, kommt eine innige Verbindung mit dem Kieferträger zu Stande, daher letzteres Opercularstück von Manchen auch zu diesem gerechnet wird.

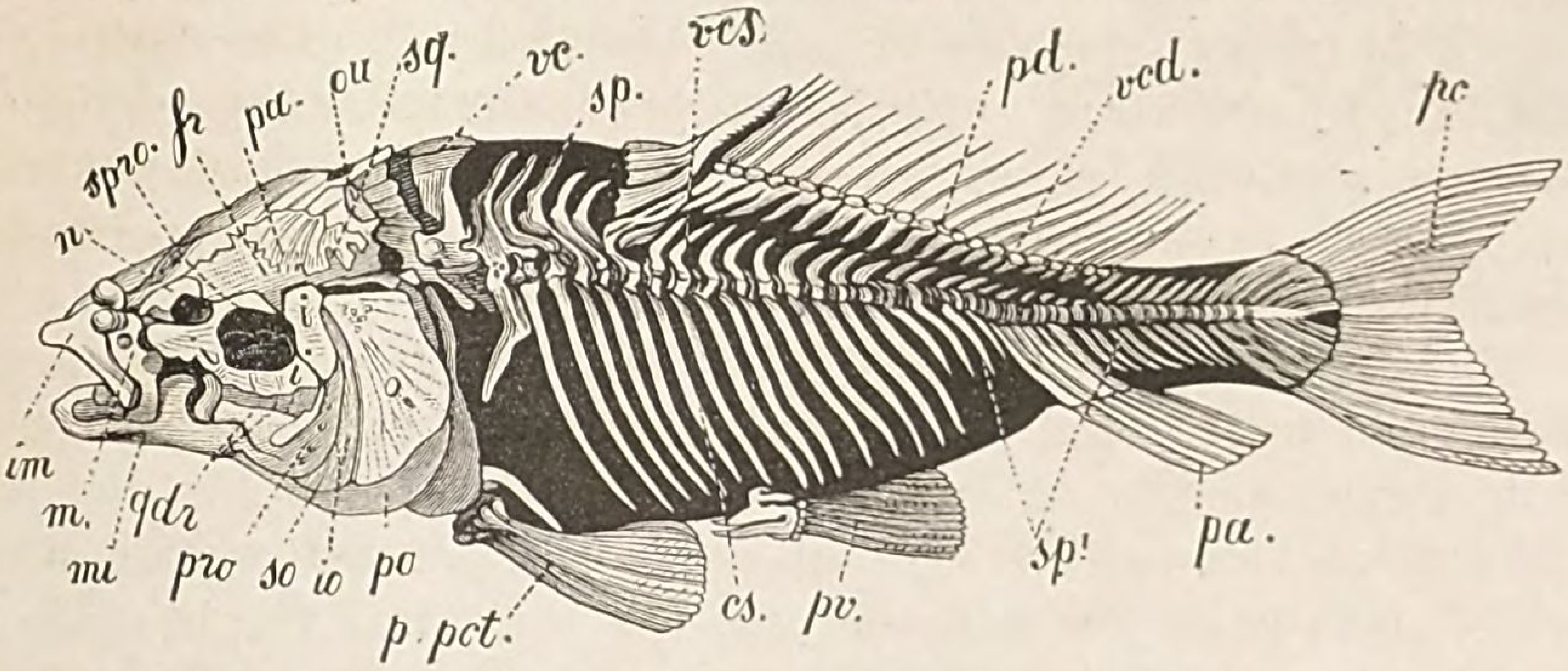


Fig. 498. Skelet von Cyprinus Carpio. Kopf. *o* Os occipitis. *pa* Os parietale. *fr* Os frontale. *n* Os nasale. *m* Os maxillare superius. *mi* Os maxillare inferius. *im* Os intermaxillare. *qdr* Os quadratum. *spro* Ossa supraorbitalia. *i* Ossa infraorbitalia. *sq* Os squamosum. *o* Operculum. *pro* Praeoperculum. *io* Interoperculum. *so* Suboperculum, oft mit dem vorhergehenden zu einem Stück verschmolzen. *po* Postoperculum. Rumpf. *vc* Die zwei ersten verschmolzenen Wirbel. *vcs* Rippentragende Wirbel. *vcd* Caudalwirbel. *sp* Process. spinosi und obere Wirbelbogen. *sp'* Untere Wirbelbogen und Process. spinosi inf. — Gliedmassen. *p.pct* Brustflossen (*Pinnae pectorales*). *pv* Bauchflossen (*Pinnae ventrales*). *pc* Schwanzflosse (*Pinna caudalis*). *pd* Rückenflosse (*Pinna dorsalis*). *pa* Afterflosse (*Pinna analis*).

γγ) Das Antlitzgerüst der Selachier.

Das Antlitzgerüst der Selachier ist wesentlich einfacher, als das der Knochenfische. Es besteht aus einigen wenig knorpeligen Gliedern, die unter sich und mit dem Schädel sehr beweglich verbunden sind. 1) Aus einem knorpeligen Oberkieferbogen (*Maxilla superior*), der aus zwei in der Mitte verbundenen Seitenhälften gebildet ist. 2) Aus einem ähnlichen, von zwei Hälften zusammengesetzten Unterkieferbogen (*Maxilla inferior*), welche beide Kiefer an ihren nach der Mundhöhle blickenden Seiten mit Zähnen reichlich besetzt zu sein pflegen. 3) Aus einem Kieferträger oder Kieferstiel, welcher den Unterkiefer beweglich an den Schädel befestigt. Der Oberkiefer, eigentlich nur mit dem Unterkiefer durch ein Gelenk verbunden, wird als nur mittelbar vom Kieferstiel getragen. Gegenüber den Knochenfischen ist bemerkenswerth, dass der Oberkiefer mit dem Schädel nicht fest verbunden, sondern nur lose und beweglich unter demselben seine Lage nimmt. Auch ist am Oberkiefer keine Spur eines Zwischenkiefers vorhanden.

Dieses einfache Kiefergerüst geht aus der Umwandlung des vordersten Theiles des Kiemen- oder Eingeweideskelets hervor; jenes umlagert und stützt daher die Mundhöhle als Eingang zur Verdauungs- und Athmungshöhle in ähnlicher Weise, als dieses letztere umschliesst und ihr Stütze gewährt. Ober- und Unterkiefer, welche an ihren hintern Enden mit einander articuliren, entsprechen den beiden Stücken des vordern Kiemenbogens; das Oberkieferstück wird als Palato-Quadratum unterschieden, das nach hinten mit dem Schädel articuliren kann (Fig. 468 *s*) oder nur

mit dem Unterkiefer und dem zweiten Kiemenbogen in Verbindung steht (Fig. 495). Das obere Stück (*hm*) des letzteren (*2*), das mit dem Schädel ebenfalls beweglich verbunden ist, wird zum Träger des Unterkiefers und heisst Hyomandibulare, während das untere Stück Zungenbein (*Os hyoïdeum*) wird. Die aussen auf den Kieferstücken befindlichen kleinen Lippenknorpel werden auch als Ueberreste untergegangener Visceralbogen angesehen.

Die Skeletstücke, welche den Mund der Cyclostomen umlagern und stützen, und welche oben schon beim Schädel Erwähnung fanden, haben mit dem Antlitzgerüste der Selachier keine Aehnlichkeit mehr, sind aber gleichwohl als Umwandlung des vordersten Theils des Visceralskelets zu deuten. Das Gleiche gilt auch von dem, den Mund vom Amphioxus umschliessenden und ihn stützenden Knorpelbogen.

c) *Eingeweideskelet (Skeleton viscerale).*

aa) Der Fische.

Es ist dieses bei denjenigen Wirbelthieren, die auf Wasserathmung angewiesen sind, hauptsächlich ausgebildet und stellt zunächst ein, die Kiemen tragendes und unter Umständen selbst diese schützendes Bogengerüst dar, das aber auch, zum Theil wenigstens, der Wandung des Anfangstheils des Verdauungsapparates mehr oder weniger zur Stütze dient. Bei den Fischen ist es am vollkommensten entwickelt, obschon einzelne seiner Theile selbst auch hier, durch Anpassung an andere Leistungen, wesentliche Umwandlungen und, wo die einen oder anderen Leistungen in Wegfall kommen, selbst auch ansehnliche Rückbildungen erfahren. Besonders ist Letzteres bei den höheren Wirbelthieren der Fall. So lange bei den Amphibien Kiemenathmung besteht, ist die Rückbildung noch keine sehr weitgehende. Wo aber nur Lungenathmung stattfindet, gibt dieses Gerüst seine Beziehung zum Athmungsapparat gänzlich auf, erliegt in Folge davon einer bedeutenden Rückbildung und Verkümmerung; nur einzelne seiner Glieder bewahren noch eine stützende Beziehung zu den Theilen des Nahrungsschlauches.

Bei den Amphioxinen (Fig. 499) ist das Eingeweideskelet ein innerhalb des vordern Theils der Bauchhöhle gelegener Stützapparat der Athmungshöhle, dessen einzelne Glieder jederseits ein System von zarten Knorpelstäbchen darstellen, welche dorsalwärts bogig sich miteinander verbinden und durch ein Band an dem Rückgrat befestigt sind, ventralwärts dagegen frei ausgehen. Diese freien Enden verhalten sich abwechselnd verschieden. Im Ganzen bilden sie eine Art Spitzbogen, welche dadurch zu Stande kommen, dass gablich sich theilende Stäbchen mit einander

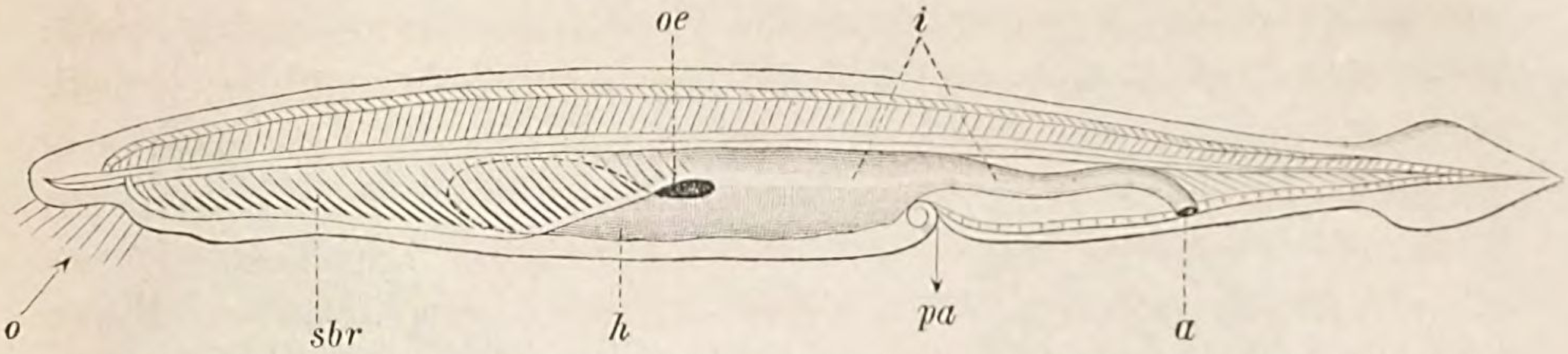


Fig. 499. Athmungs- und Verdauungsapparat von Amphioxus lanceolatus. *o* Mundöffnung. *sbr* Kiemensack, seitlich von den Kiemenspalten durchbrochen. *oe* Oesophagus. *i* Tractus intestinalis. *h* Blinddarmförmiger Anhang, die sog. Leber. *a* After. *pa* Porus abdominalis.

bogig sich verbinden und zwischen je zwei solcher ein Stäbchen zu liegen kommt, das ungetheilt bleibt und den Spitzbogen, wie ein Fenster, der Länge nach theilt. Drei auf diese Weise zu einem Spitzbogenfenster gehörige Stäbchen werden durch stabförmige Quersparren, die den Querbalken eines Fensters gleichen, mit einander verbunden. Sie setzen sich aber nicht in einer Linie fort, sondern liegen in verschiedenen Spitzbogenfenstern verschieden. Ihre Zahl ist nach der Grösse des Thieres verschieden, aber mindestens vier; bei grösserer Länge der Spitzbogenfenster sind es aber mehr — bis 9 (J. Müller).

Dieses Gerüst stützt die Wandung des Kiemenschlauches (Fig. 499), in welchen vorn die Mundöffnung leitet, hinten die Speiseröhre aus ihm entspringt und seitlich von zahlreichen senkrechten Spalten durchbrochen ist, durch welche das durch den Mund aufgenommene Athmungswasser in die Bauchhöhle austritt, um darnach durch einen vor dem After gelegenen Porus abdominalis nach aussen entlassen zu werden.

Bei den übrigen Fischen, den Selachiern und Knochenfischen (mit Ausnahme der Cyclostomen) stellt das Kiemengerüst ein System von Bogen dar, die dorsalwärts am Rückgrat, zum Theil auch am Schädel befestigt sind, ventralwärts aber durch unpaare Stücke (Copulae) von beiden Seiten mit einander verbunden werden und den gemeinsamen Eingangstheil der Verdauungs- und Athmungshöhle so umlagern, dass sie in jenen mit ihrer concaven Seite blicken, mit ihrer Convexität dagegen, auf welcher die Kiemen aufsitzen, in die Kiemenhöhle sehen. Zwischen diesen kiementragenden Bogen (daher Kiemenbogen genannt) führen Spalten — innere Kiemenspalten — aus der Mundhöhle in die Kiemenhöhle, welche den Weg bilden, den das Athmungswasser aus ersterer in die letztere nimmt. Die auf ihrer Aussenseite aufsitzenden, meistens aus doppelten Blättchenreihen bestehenden Kiemen werden entweder von einer gemeinsamen Kiemenhöhle umschlossen (Fig. 500), aus welcher nach aussen nur ein Ausgang — äussere Kiemenspalte — ausführt (Knochenfische), oder diese Höhle ist durch häutige Septa (Fig. 501), welche die auf einem Kiemenbogen stehenden doppelten Blättchenreihen von einander scheiden und

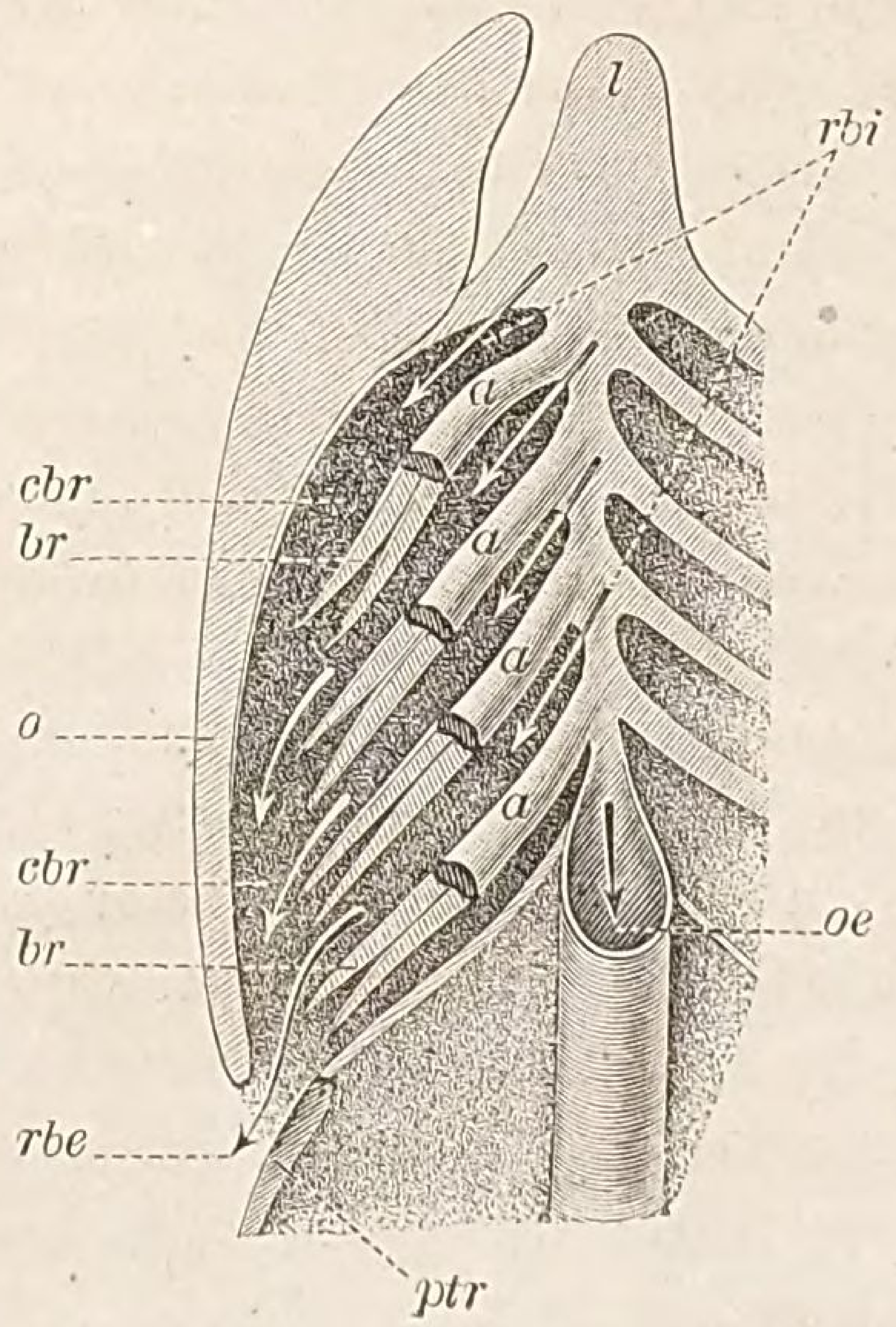


Fig. 500. Horizontaler Durchschnitt der Mund- und Kiemenhöhle eines Knochenfisches. *l* Zunge. *a* Untere Hälften der Kiemenbogen. *rbi* Innere Kiemenspalten. *br* Doppelte Blättchen der Kiemen, auf der Aussenseite der Kiemenbogen aufsitzend. *cbr* Kiemenhöhle. *o* Kiemendeckel. *rbe* Aeussere Kiemenspalte. *oe* Oesophagus. *ptr* Wand der Rumpfhöhle.

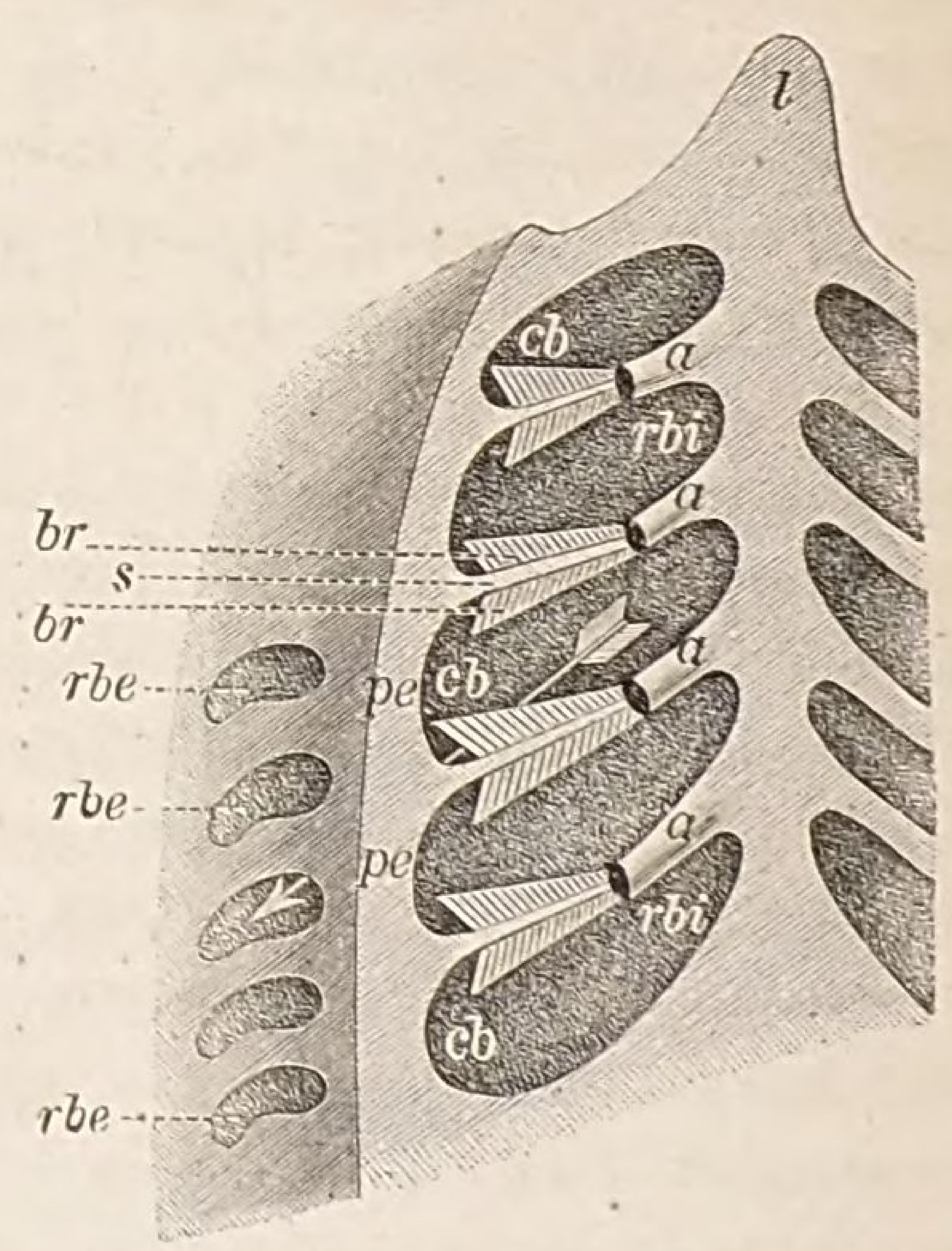


Fig. 501. Untere Hälfte eines schematischen Horizontaldurchschnittes der Mundhöhle eines Plagiostomen. *l* Zunge. *a* Untere Hälfte der durchschnittenen Kiemenbogen. *rbi* Innere Kiemenspalten. *cb* Fünf Kiemenhöhlen. *br* Die auf der Aussenseite der knorpeligen Kiemenbogen aufsitzenden doppelten Blättchenreihen der Kiemen. *s* Häutige Septa. *rbe* Aeussere Kiemenspalten, von denen je eine in eine der fünf gesonderten Kiemenhöhlen führt.

von jenen zur gegenüberliegenden äusseren Wand der Athmungshöhle sich ausspannen, in ebenso viele Fächer — Kiementaschen — getrennt, als innere Kiemenspalten vorhanden sind, und die sonst einfache äussere Kiemenspalte (Fig. 500 *rbe*) in Folge davon in eine, der Zahl der Kiemenfächer entsprechende Zahl von Einzelspalten (Fig. 501 *rbe*) zerfällt (Selachier).

Obschon nun bei den Fischen die Hauptbestimmung der Bogen dieses Gerüstes darin besteht, den Kiemen eine tragende Stütze zu gewähren, so werden doch einzelne derselben anderen Funktionen dienstbar gemacht und dadurch anderen Leistungen und anderen Verhältnissen angepasst. So haben wir schon oben Gelegenheit gehabt, die Beziehungen kennen zu lernen, in welche der vordere ursprüngliche Bogen zur Bildung des Antlitzgerüstes trat und diesem entsprechende Umgestaltung erfuhr. Auch der zweite Bogen nimmt mit seinem oberen Abschnitte (Hyomandibulare) noch an der Zusammensetzung des Antlitzgerüstes Theil, während dessen unterer Abschnitt — das Zungenbein (*Os hyoïdeum*) — den Kiemenbogen ähnlicher bleibt, wenn auch der ursprünglichen Funktion, Träger der Kiemen zu sein, er in der Regel nicht wieder zurückgegeben wird. So passen sich auch die hinteren Bogen anderen Leistungen an, nämlich eine Stütze für den Schlund abzugeben und zu mechanischen Einwirkungen auf die

Nahrungsmittel zu dienen. Daher sie zu kieferähnlichen Gebilden — Schlundkiefer (*Ossa pharyngea inf.*), — welche selbst mit Zähnen besetzt sein können (Fig. 502), sich umgestalten. — Gegenüber diesen Theilen des Gerüstes, die anderen Zwecken dienstbar sind, werden diejenigen, welche der ursprünglichen Bestimmung mehr oder weniger erhalten blieben, auch als eigentliche Kiemenbogen (*Arcus branchiales*) bezeichnet. Ausser diesem, die Athmungshöhle und die darin liegenden Kiemen von innen stützenden Apparate gibt es noch andere, welche die Respirationshöhle und ihren Inhalt auch von aussen stützen und schützend decken. Es lassen sich demnach zwei Abtheilungen an dem ganzen Stützgerüste des Respirationsapparates der Fische unterscheiden, eine innere Abtheilung, die aus dem inneren Kiemengerüste besteht, und einer äusseren, die man als äusseres Gerüst des Kiemenapparates bezeichnen kann. Zu letzterer gehört der die Kiemenhöhle überdeckende Opercularapparat der Knochenfische und der knorpelige Kiemenkorb der Cyclostomen. Da der Skeletstücke, aus denen der Kiemendeckel hervorgeht, oben (S. 462) schon gedacht wurde, so sind hier nur das Kiemengerüst der Cyclostomen und das der Kiemenbogen der übrigen Fische (Selachier und Knochenfische) näher in Betracht zu ziehen.



Fig. 502. Schlundkiefer (*Ossa pharyngea inf.*) von einem Cyprinoiden von oben. In der Mitte die hechelartig in einander greifenden Zähne.

Wenn man von dem vordersten Bogenpaar, welches in den Kieferapparat des Antlitzes sich umwandelt, absieht, so ist der als vorderster Bogen des Kiemengerüstes der Selachier erscheinende Theil der sogen. Zungenbeinbogen, dessen oberes Stück (Fig. 503 *hm*) das Hyomandibulare und dessen unteres das Zungenbein (*Os hyoïdeum*) (Fig.

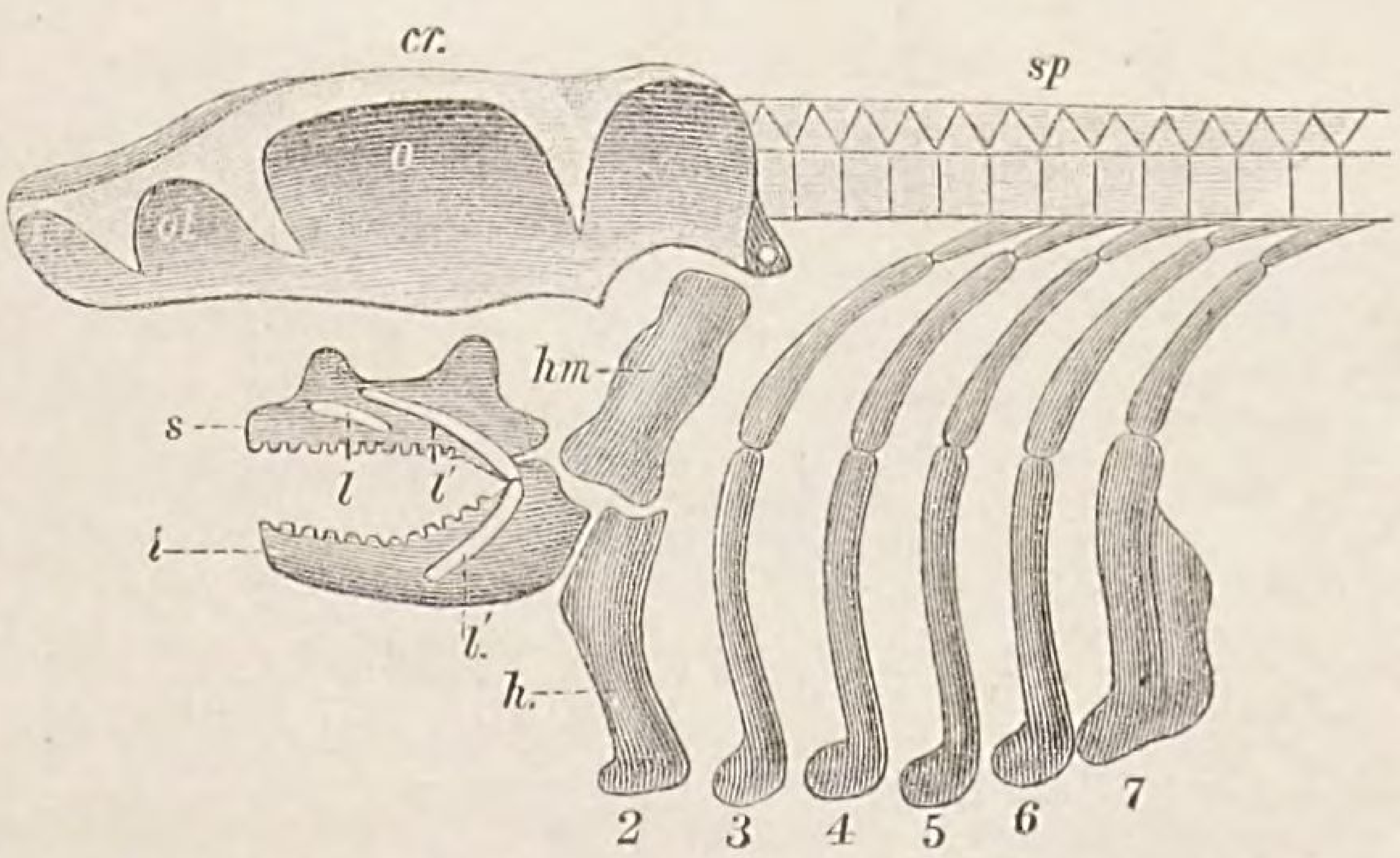


Fig. 503. Kopfskelet und Kiemengerüst von Acanthias vulgaris (etwas schematisch gehalten). *cr* Knorpelige Schädelkapsel. *o* Augengrube. *ol* Nasengrube. *sp* Rückgrat. *s* Oberkiefer. *i* Unterkiefer. *l l'* Lippenknorpel. *hm* Oberer Theil des Zungenbeinbogens — Hyomandibulare. *h* Unterer Theil desselben, das Zungenbein. *2—7* Knorpelbogen des Kiemengerüstes.

503 *h*) darstellt. Die hinter letzterem folgenden übrigen Bogen, deren es meistens noch fünf sind, und welche selten diese Zahl um 1 oder 2 übersteigen, — stellen die eigentlichen Kiemenbogen (*3—7*) dar, die unter dem vordersten Theil des Rückgrates gelegen sind. Ihre ventralen Enden sind durch die sog. Copulae brustbeinartig mit einander verbunden, deren Zahl indess kleiner ist, als die der Bogen. Die Copula des Zungenbeinbogens der Knochenfische springt mehr oder weniger zapfenartig nach vorn hervor (Fig. 504 *eg*) und bildet die knöcherne Unterlage der rudimentären Zunge (*Os entoglossum*), die bei Raubfischen, ähnlich den Kiefern und andern Knochen der Mundhöhle, mit Zähnen besetzt zu sein pflegt.

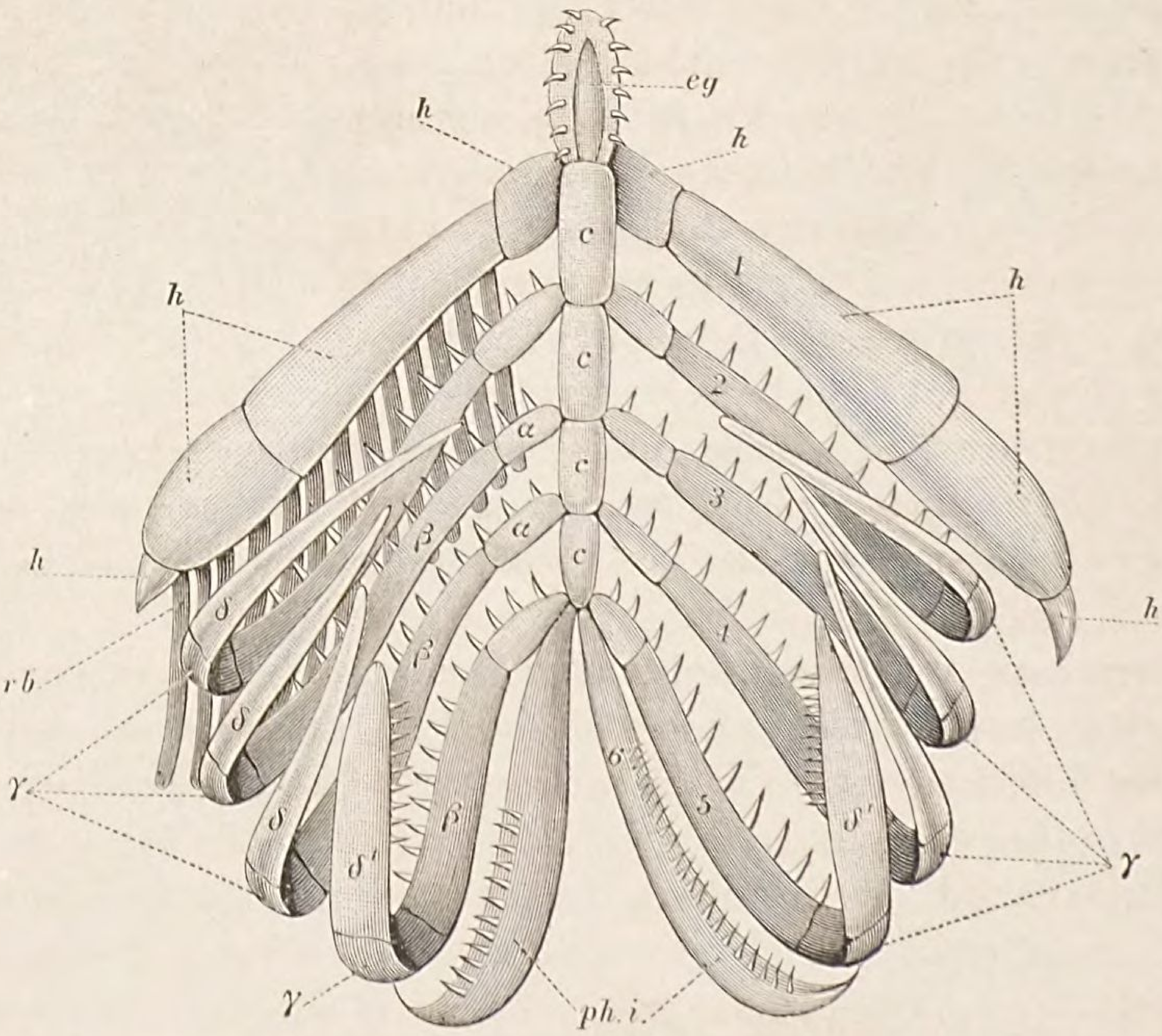


Fig. 504. Kiemengerüst von Salmo salar von oben. Die Darstellung ist etwas schematisch gehalten. Die Bezeichnung ist im Allgemeinen die gleiche, wie in Fig. 505. *eg* Os entoglossum mit Zähnen besetzt; δ Zahnbesatz des obern Schlundstückes des vierten Kiemenbogens (5).

Sowohl der Zungenbeinbogen als auch die übrigen eigentlichen Kiemenbogen tragen bei den Selachiern an ihrer Aussenseite Knorpelstrahlen, welche die Wandung der Kiementaschen zu stützen bestimmt sind. Bei den Knochenfischen sind dieselben, soweit sie an den eigentlichen Kiemenbogen sich befanden, durch den Wegfall der Kiementaschen untergegangen. (Die stachel- und zahnartigen Bildungen, welche die Kiemenspalten gitterartig verschliessen können und Schleimhautproduktionen sind, darf man indess mit jenen nicht verwechseln.) Die Strahlen jedoch, die das Zungenbein trägt (Fig. 505 *rb*), bestehen bei den Knochenfischen noch

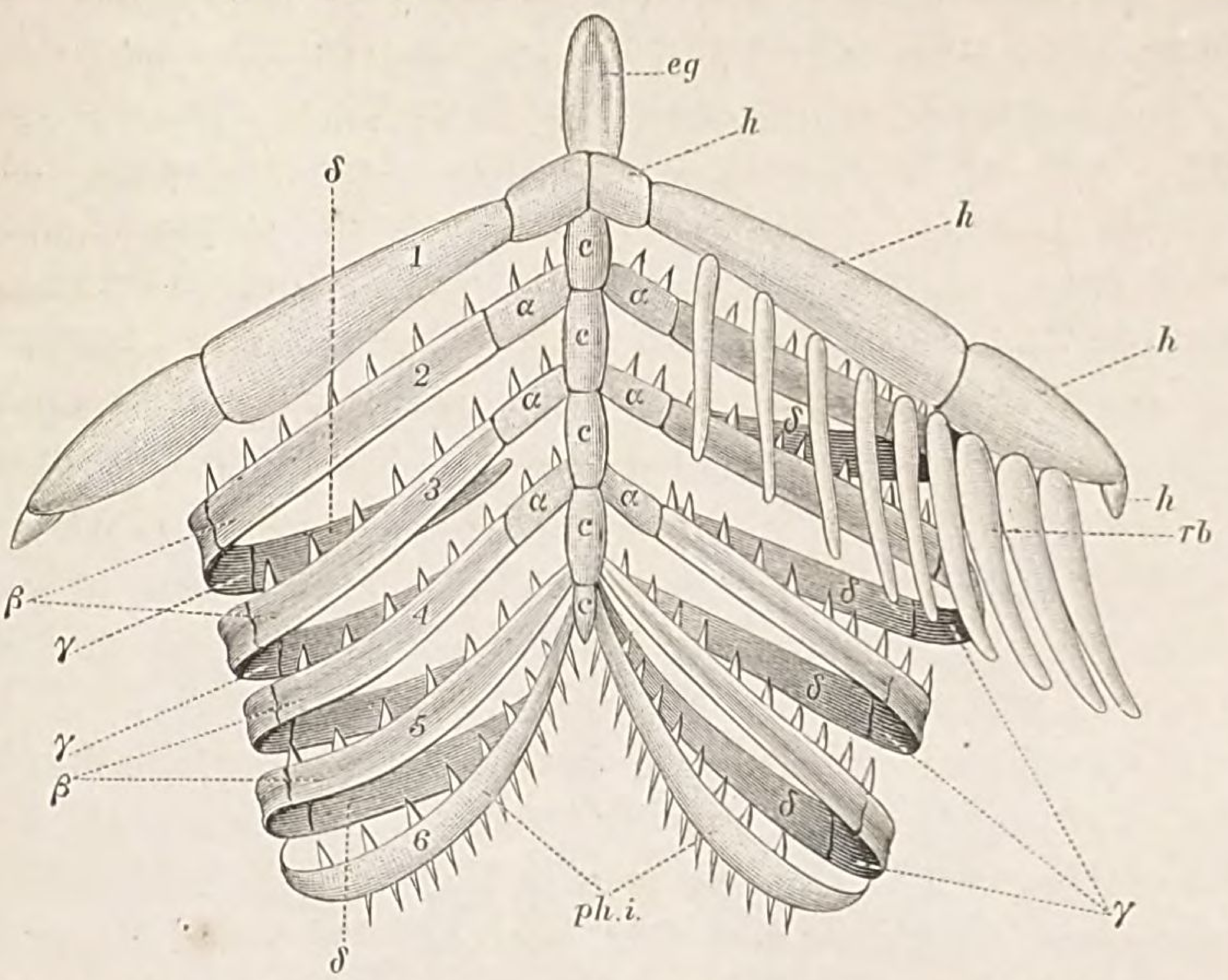


Fig. 505. Kiemengerüst von Salmo salar von unten dargestellt; etwas schematisch gehalten. *1—6* Die beiderseitigen Bogen desselben. *1* Zungenbeinbogen. *2—5* Kiemenbogen. *6* Schlundkiefer (*ph.i*). *c* Unpaare Verbindungsstücke der beiderseitigen Bogen (*Copulae*). *eg* Das Verbindungsstück des Zungenbeinbogens, zapfenartig nach vorn hervortretend und zur Stütze der Zunge dienend. *h* Die 4 Stücke, in welche jede Seitenhälfte des Zungenbogens zerfällt und von welchen das innerste, unter der Copula, unmittelbar mit dem anderseitigen zusammenstösst. *rb* Kiemenhautstrahlen (*Radii branchiostegi*), von den beiden mittleren Stücken getragen. α β γ δ Die vier Stücke, welche jeden der vier nachfolgenden Kiemenbogen zusammensetzen. α Das unterste an die Copulae anstossende Stück. β u. γ Die zwei mittleren grössten Stücke, welche an ihrer Aussenseite eine Rinne tragen, zur Aufnahme der Kiemengefässe. δ Die oberen Stücke, welche ihre Lage über dem Schlunde nehmen (*Oss. pharyngea sup.*); der hinterste Kiemenbogen (*6*) ist verkümmert und besteht nur aus einem unteren Stück (*ph.i*), das, ohne Kiemen, nur mit Zähnen besetzt ist und den Schlund von unten stützt (*Ossa pharyngea infer.*) Sämmtliche Kiemenbogen tragen an ihren vorderen, in die Kiemenspalten sehenden Rändern einen zahnähnlichen Besatz, wodurch jene gegen den Austritt von Speisetheilen aus der Mundhöhle in die Kiemenhöhle gitterartig verschlossen werden soll.

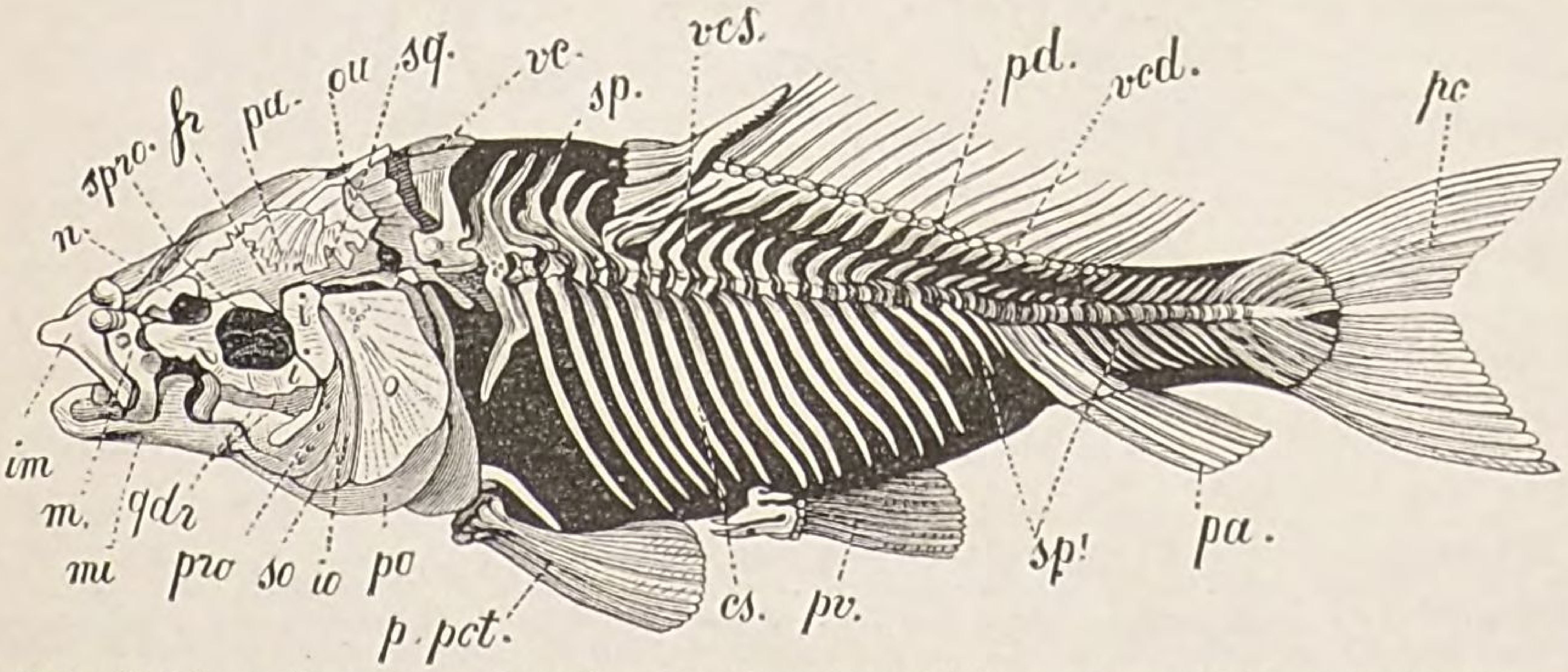


Fig. 506. Skelet von Cyprinus Carpio. Kopf. *o* Os occipitis. *pa* Os parietale. *fr* Os frontale. *n* Os nasale. *m* Os maxillare superius. *mi* Os maxillare inferius. *im* Os intermaxillare. *qdr* Os quadratum. *spro* Ossa supraorbitalia. *i* Ossa infraorbitalia. *sq* Os squamosum. *o* Operculum. *pro* Praeoperculum. *io* Interoperculum. *so* Suboperculum, oft mit dem vorhergehenden zu einem Stück verschmolzen. *po* Postoperculum. Rumpf. *vc* Die zwei ersten verschmolzenen Wirbel. *vcs* Rippentragende Wirbel. *vcd* Caudalwirbel. *sp* Process. spinosi und obere Wirbelbogen. *sp'* Untere Wirbelbogen und Process. spinosi inf. — Gliedmassen. *p.pct* Brustflossen (*Pinnae pectorales*). *pv* Bauchflossen (*Pinnae ventrales*). *pc* Schwanzflosse (*Pinna caudalis*). *pd* Rückenflosse (*Pinna dorsalis*). *pa* Afterflosse (*Pinna analis*).

fort und gewähren auch hier dem Kiemenapparat eine Stütze. Sie sind nur knöchern geworden, und indem sie eine den Kiemenapparat von unten deckend überspannende Haut tragen, daher sie auch Kiemenhautstrahlen (*Radii branchiostegi*) heissen — haben sie sich zu einem deckenden Schutzgebilde desselben umgestaltet (Fig. 507). Die Strahlen dagegen am oberen Abschnitte des Zungenbeinbogens (Hyomandibulare) erfahren mit den Umwandlungen, welche dieser bei den Knochenfischen erleidet, gleichfalls eine Metamorphose, indem sie zu den Deckstücken des Kiemendeckelgerüstes (Fig. 506 *o*) verwendet werden, aber ihrer ursprünglichen Bestimmung, die Kiemenhöhle von aussen zu stützen, dessen ungeachtet erhalten bleiben.

Dieser Uebergang von Theilen des Kiemenbogengerüstes in schützende Deckgebilde des Kiemenapparates bereitet ein Verständniss vor bezüglich des scheinbar paradoxen Kiemengerüstes der Cyclostomen.

Die eigentlichen Kiemenbogen bestehen bei den Knochenfischen (Fig. 507 α—δ) in der Regel aus vier Stücken, von welchen die dorsalen über dem Schlunde ihre Lage nehmen und die oberen Schlundknochen (*Ossa pharyngea sup.*) darstellen (Fig. 508 δ). Bei vielen Knochenfischen

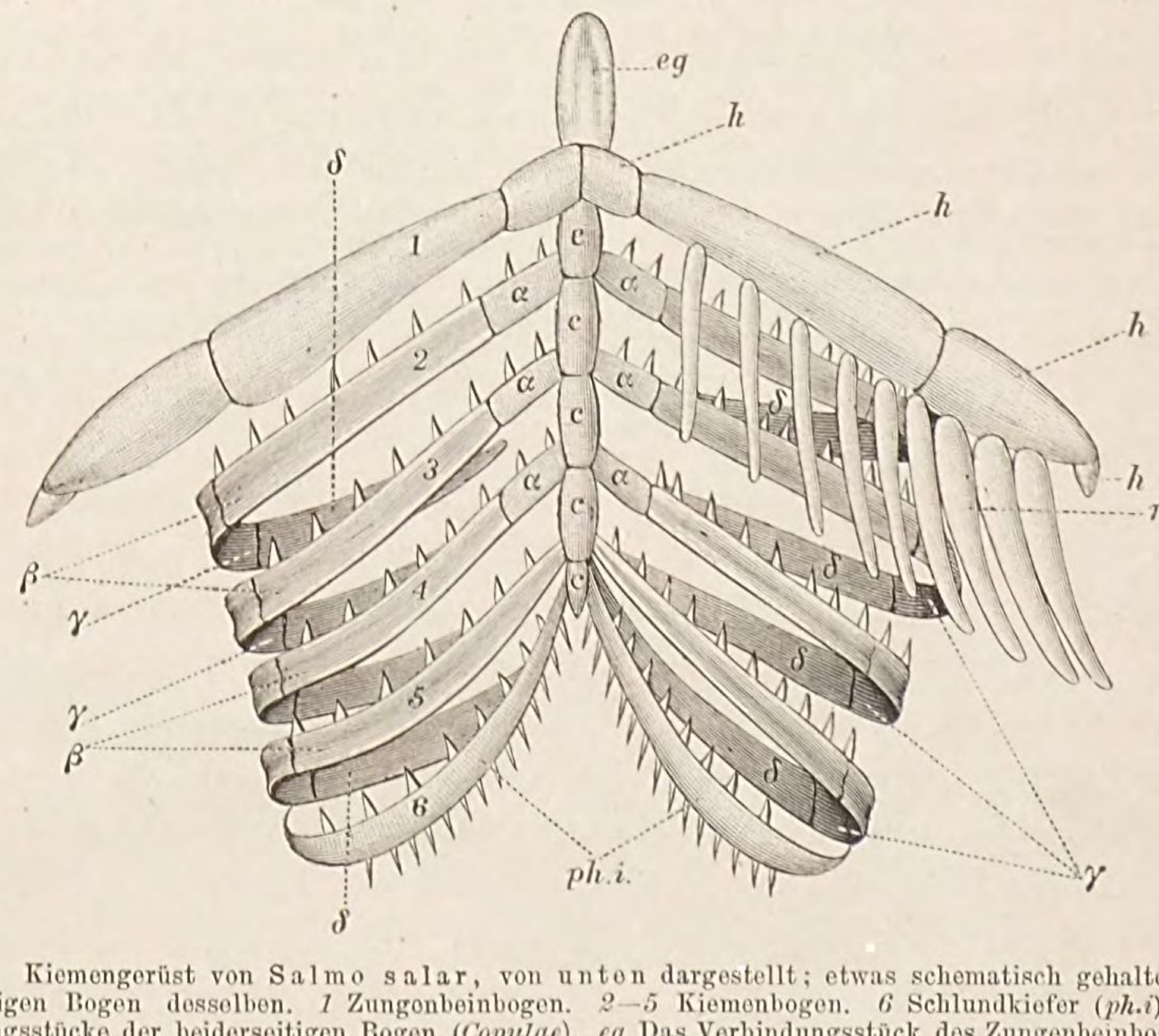


Fig. 507. Kiemengerüst von Salmo salar, von unten dargestellt; etwas schematisch gehalten. *1—6* Die beiderseitigen Bogen desselben. *1* Zungenbeinbogen. *2—5* Kiemenbogen. *6* Schlundkiefer (*ph.i*). *c* Unpaare Verbindungsstücke der beiderseitigen Bogen (*Copulae*). *eg* Das Verbindungsstück des Zungenbeinbogens, zapfenartig nach vorn hervortretend und zur Stütze der Zunge dienend. *h* Die 4 Stücke, in welche jede Seitenhälfte des Zungenbogens zerfällt und von welchen das innerste, unter der Copula, unmittelbar mit dem anderseitigen zusammenstösst. *rb* Kiemenhautstrahlen (*Radii branchiostegi*), von den beiden mittleren Stücken getragen. α β γ δ Die vier Stücke, welche jeden der vier nachfolgenden Kiemenbogen zusammensetzen. α Das unterste an die Copulae anstossende Stück. β u. γ Die zwei mittleren grössten Stücke, welche an ihrer Aussenseite eine Rinne tragen, zur Aufnahme der Kiemengefässe. δ Die oberen Stücke, welche ihre Lage über dem Schlunde nehmen (*Oss. pharyngea sup.*); der hinterste Kiemenbogen (*6*) ist verkümmert und besteht nur aus einem unteren Stück (*ph.i*), das, ohne Kiemen, nur mit Zähnen besetzt ist und den Schlund von unten stützt (*Ossa pharyngea infer.*) Sämmtliche Kiemenbogen tragen an ihren vorderen, in die Kiemenspalten sehenden Rändern einen zahnähnlichen Besatz, wodurch jene gegen den Austritt von Speisetheilen aus der Mundhöhle in die Kiemenhöhle gitterartig verschlossen werden soll.

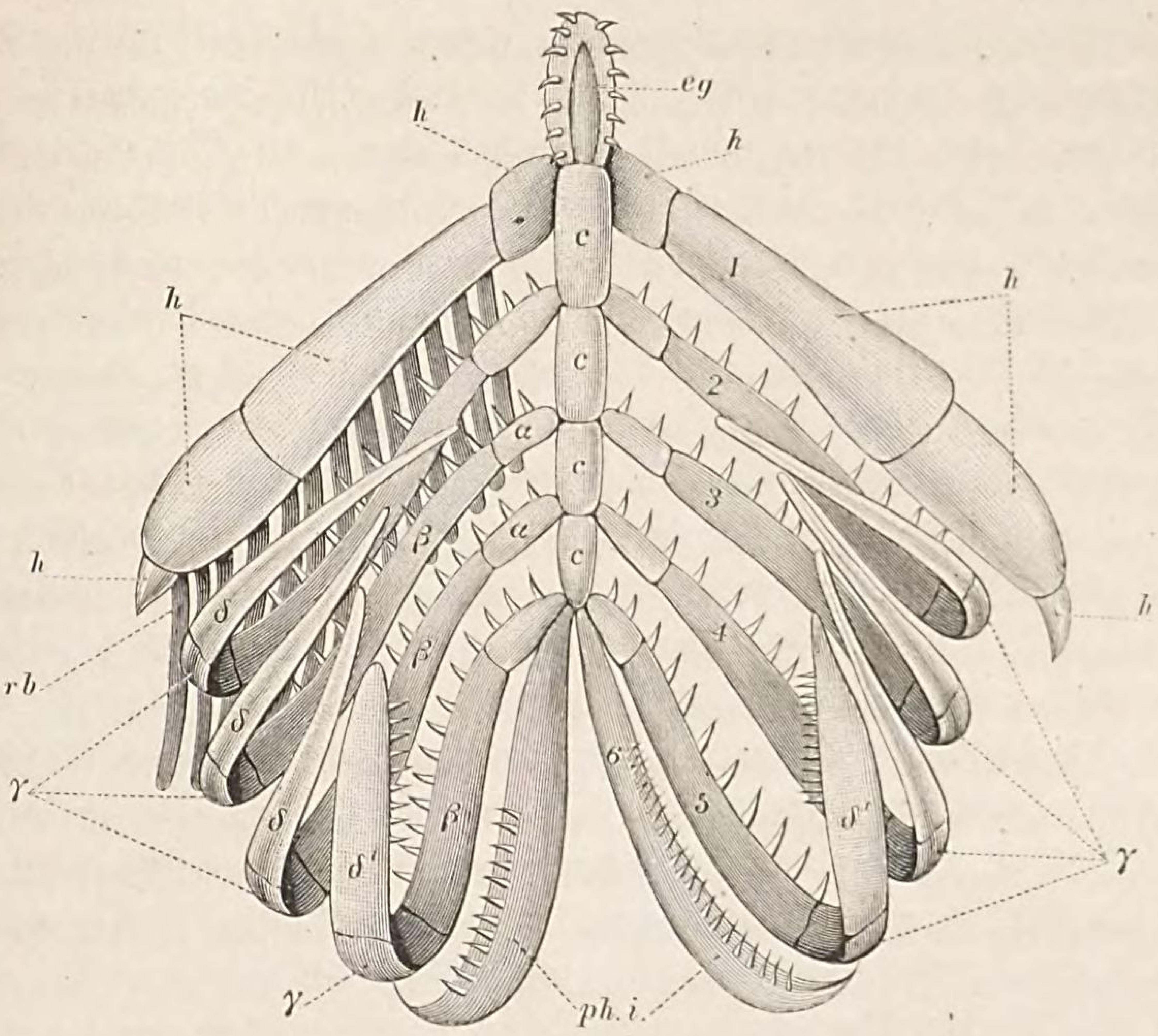


Fig. 508. Kiemengerüst von *Salmo salar* von oben. Die Darstellung ist etwas schematisch gehalten. Die Bezeichnung ist im Allgemeinen die gleiche, wie in Fig. 505. *eg* Os entoglossum mit Zähnen besetzt; δ̃ Zahnbesatz des obern Schlundstückes des vierten Kiemenbogens (5).

zeigen sie ungleiche Formen und stellen durch Verschmelzung mehrerer derselben mit einander öfter Platten dar. Auch mit Stacheln — Borsten — und Zahnbildungen können sie besetzt sein. Die mittleren zwei Segmente (β γ) tragen an ihrer convexen Aussenseite namentlich die Rinne, in welche die Stämmchen der Kiemengefässe eingelegt sind. Die untersten Bogenstücke (α) verbinden sich mit den Copulae, deren vordersten jeweils der gleichen Zahl der Bogenpaare entsprechen, während weiter hinten mehrere Bogen an eine Copula sich ansetzen können. Nach hinten macht sich überhaupt eine allmählige Rückbildung der Bogen bemerkbar. So trägt der vorletzte Bogen meistens nur eine Kiemenblättchenreihe, und der hinterste ist endlich ganz kiemenlos. Der hinterste Kiemenbogen besteht auch nur noch aus einem Stücke jederseits, das seine Beziehung zum Respirationsapparat gänzlich abgelegt hat, nur noch der Schlundwand Stütze gewährt — untere Schlundknochen (*Ossa pharyngchea inf.*) — und durch Besatz mit Zähnen oder zahnähnlichen Bildungen in den Dienst der Kauorgane tritt. Diese unteren Schlundknochen oder Schlundkiefer (Fig. 502), sind mitunter mit Zahnformen besetzt, die von solchen des Mundes gar nicht verschieden sind. Durch Bewegung der beiden Schlundkiefer gegen einander und fingerartiges Ineinandergreifen der Zähne derselben wirken diese aufeinander, und indem sie aufwärts gegen die Schädelbasis gehoben werden, können durch sie feste Nahrungsmittel, die im Begriffe stehen, in

die Speiseröhre übergeführt zu werden, durch Andrücken an die Schädelbasis zerquetscht und zerkleinert werden. Daher da, wo letzteres vorzüglich beabsichtigt ist, wie bei den Cyprinoïden u. a., die Zähne der Schlundkiefer breite Kauflächen, ähnlich den Backenzähnen der herbivoren Säugethiere, besitzen und an der Schädelbasis ein von Knorpel belegter Vorsprung sich findet, gegen welchen die Zähne angedrückt werden können.

Einzelne Kiemenbogen erleiden noch manche andere Abänderungen, indem sie noch anderweitigen Leistungen sich anpassen. So z. B. theilt sich das obere oder das darunter folgende Segment des ersten Kiemenbogens bei den s. g. Labyrinthfischen (Anabas, Osphromenus u. a.) an der, den Kiemenblättern entgegengesetzten innern Seite in eine Anzahl dünner, gewundener, von Schleimhaut überzogener Blätter, zwischen denen zellige Aushöhlungen entstehen, in denen das Wasser eine Zeit lang für die Bedürfnisse der Athmung zurückgehalten werden kann. Das befähigt diese Fische, einige Zeit ausserhalb des Wassers verweilen zu können, ohne der Gefahr ausgesetzt zu sein, durch Eintrocknen der Kiemen und dadurch bedingter Unterbrechung der Athmung und Blutcirculation zu Grunde zu gehen.

Das Kiemengerüst der Cyclostomen (Fig. 509) scheint nach einem von dem der übrigen Fischen abweichenden Plane angelegt zu sein. Allein ungeachtet dieser weitgehenden Abweichung und Verschiedenheit, darf man es doch wohl von jenen ableiten und als ein Abkömmling desselben immerhin betrachten.

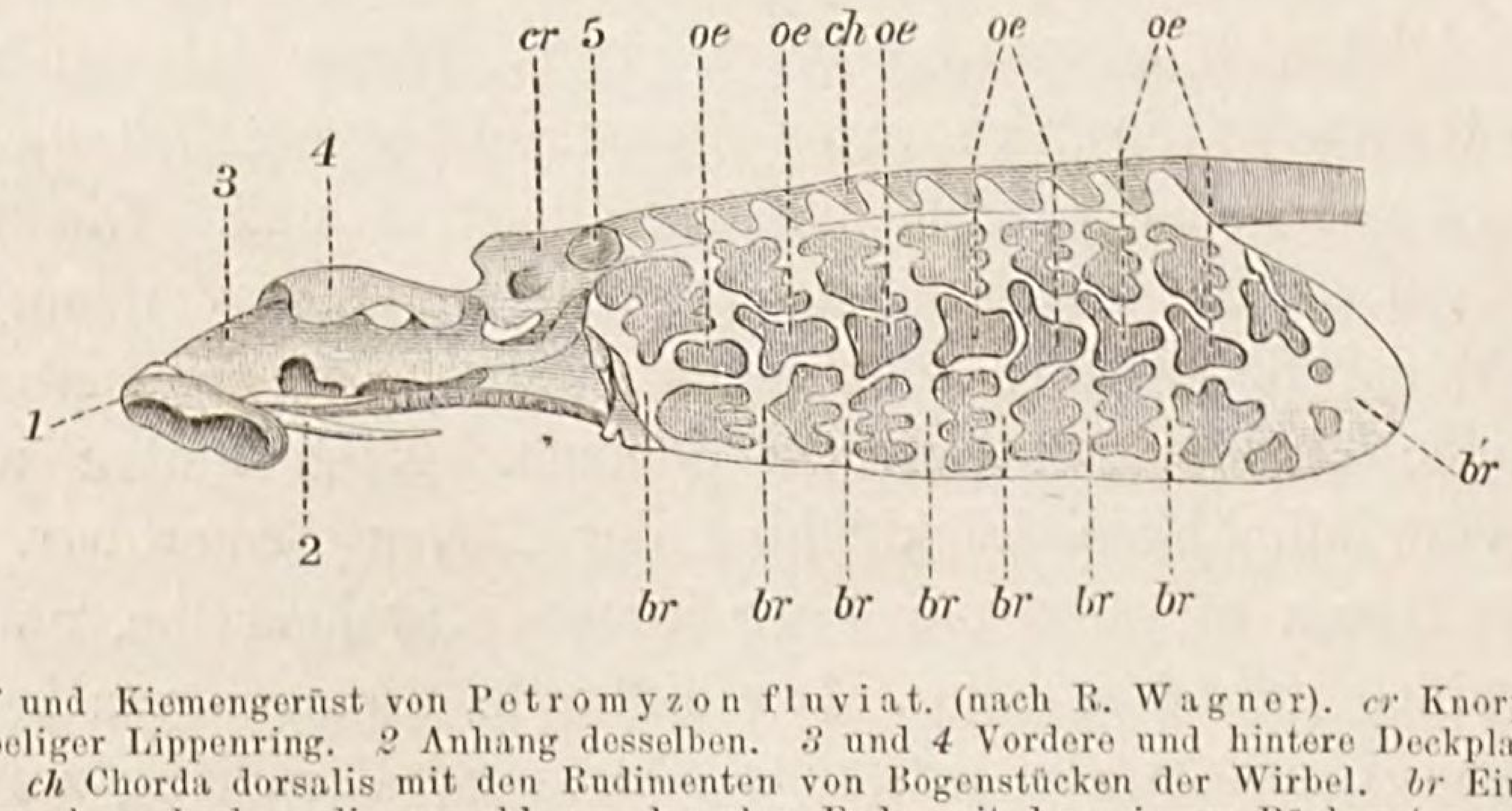


Fig. 509. Kopf und Kiemengerüst von Petromyzon fluviat. (nach R. Wagner). *cr* Knorpelhäutiges Cranium. *1* Knorpeliger Lippenring. *2* Anhang desselben. *3* und *4* Vordere und hintere Deckplatte des Mundes. *5* Gehörkapsel. *ch* Chorda dorsalis mit den Rudimenten von Bogenstücken der Wirbel. *br* Einzelne verästelte Bogen des Kiemenbogenkorbes, die sowohl am dorsalen Ende, mit dem sie am Rückgrat angeheftet sind, als auch am ventralen Ende und in der Mitte zwischen beiden letzteren mit einander in Verbindung stehen; an letzterer Stelle umgeben die doppelten Verbindungsstäbe Lücken (*oe*), welche die äusseren Kiemenöffnungen stützend umgeben. *br'* Geschlossenes hinteres Ende des Kiemenbogenkorbes.

Das von dem Kiemenbogengerüste der übrigen Fische ganz besonders abweichende besteht in dem völligen Mangel der Kiemenbogen. Statt dieser findet sich ein korbartiges Knorpelgerüst vor, das den gesammten Kiemenapparat nur von aussen schützend umschliesst und deckt, also ähnlich zum Kiemenapparat sich verhält, als die Deck- und Schutzgebilde desselben bei andern Fischen. Der hinterste Theil des Gerüstes

stellt eine, den Herzbeutel umschliessende Knorpelkapsel dar, von welcher Knorpelleisten nach vorn abgehen, welche durch Querleisten mit einander verbunden werden. Die unregelmässige Form dieser Leisten, ihre zackige und verästelte Gestalt verleihen diesem Gerüste ein eigenthümliches drahtgitterähnliches Aussehen. Die Querleisten sind dorsal am Rückgrat befestigt und ventral brustbeinartig durch ein Verbindungsstück von beiden Seiten vereinigt. Die seitlichen Längscommissuren bilden mit diesen Querleisten Lücken, welche die äussere Kiemenöffnung umschliessen und stützen.

Dieses Kiemengerüst darf wohl als eine Bildung betrachtet werden, welche von jenen Knorpeltheilen ihren Ausgang nahm, die, wie wir schon oben gesehen haben, in verschiedener Weise zu äusseren Deckgebilden des Kiemenapparates sich entwickelten. Dabei ist nur das Eigenthümliche, dass die inneren Kiemenbogen, welchen jene Bildungen aufsassen, hier gänzlich in Wegfall kamen, diese aber, anstatt mit unterzugehen, im Gegentheil einer grössern Selbstständigkeit sich bemächtigten und durch vielfache Verbindung unter einander diejenige Festigkeit und mechanische Leistungsfähigkeit gewannen, welche erforderlich war, um daraus ein den Kiemenapparat schützend und stützend umgebendes Gerüst hervorgehen lassen zu können.

Diese Auffassung, dass dieses Gerüst den, die äussere Wand der Kiemenhöhle bildenden Deckgebilden der übrigen Fische entspreche, wird besonders dadurch noch unterstützt, dass die die Kiemen trennenden häutigen Septa, welche bei den Selachiern (Fig. 510) einwärts auf den Kiemenbogen und nach aussen an der äussern Wand der Kiemenhöhlen ansitzen, bei den Cyclostomen noch vorhanden sind (Fig. 511) und mit ihrem äussern Ende an der Wandung des Kiemenkorbes befestigt sind.

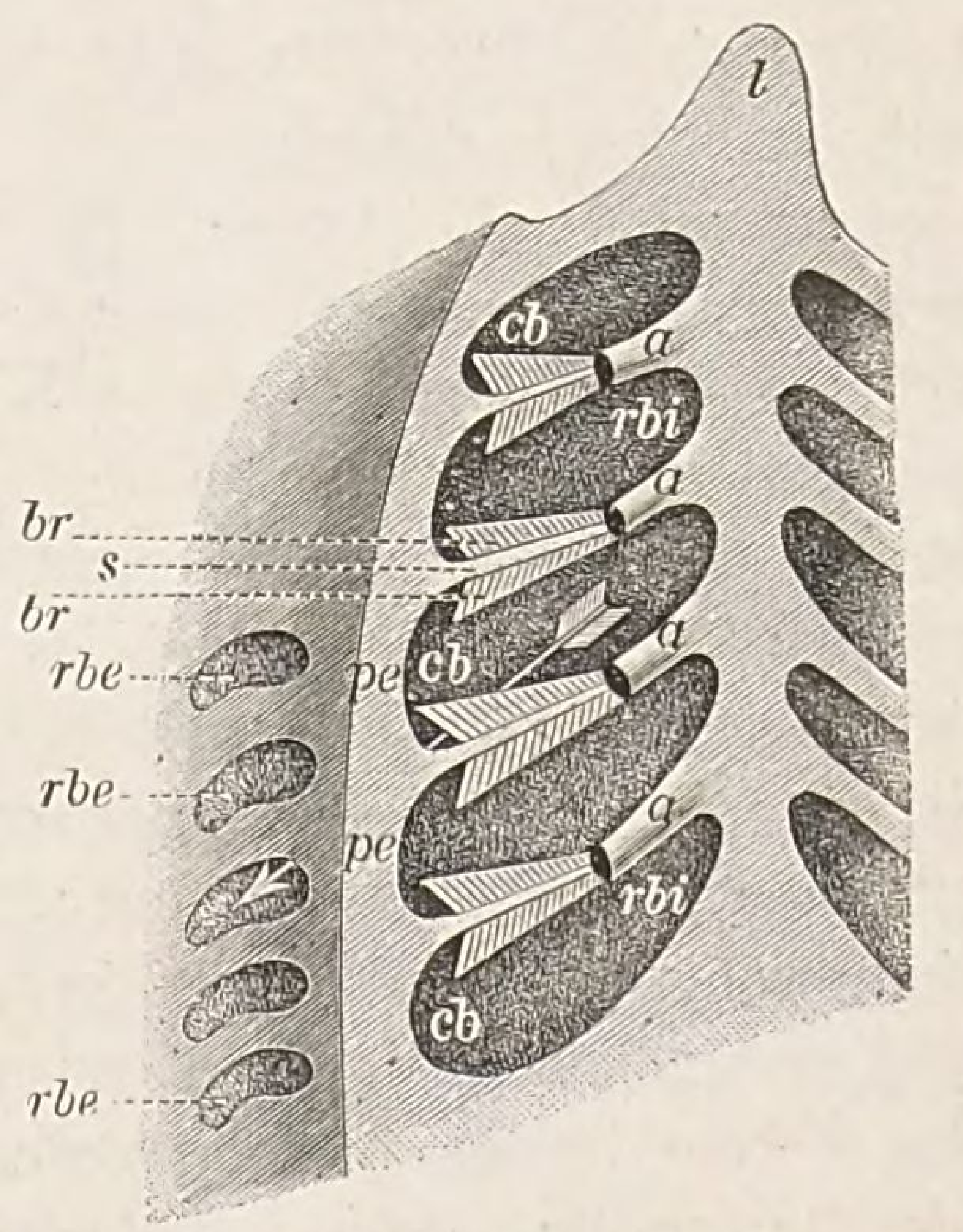


Fig. 510. Untere Hälfte eines schematischen Horizontaldurchschnittes der Mundhöhle eines Plagiostomen. *l* Zunge. *a* Untere Hälfte der durchschnittenen Kiemenbogen. *rbi* Innere Kiemenspalten. *cb* Fünf Kiemenhöhlen. *br* Die auf der Aussenseite der knorpeligen Kiemenbogen aufsitzenden doppelten Blättchenreihen der Kiemen. *s* Häutige Septa. *rbe* Aeussere Kiemenspalten, von denen je eine in eine der fünf gesonderten Kiemenhöhlen führt.

Mit den Kiemenbogen und Kiemen der Knochenfische, sowie mit dem Kiemendeckel und der Kiemenstrahlenhaut stehen Muskeln in Verbindung, welche die zum Athmen erforderlichen Bewegungen (Athembewegungen) vermitteln. Durch dieselben werden die Kiemenbogen einander genähert oder von einander entfernt, die Kiemenstrahlenhaut ausgespannt und der Kiemendeckel auf- und zugeklappt, in Folge dessen die äussere Kiemenspalte ge-

öffnet und geschlossen wird. Selbst die Kiemenblättchenreihen besitzen kleine Muskeln, durch welche sie gegen einander gebracht und von einander entfernt werden. Erstere liegen zwischen den Blättchenreihen, letztere unter denselben. Auch bei den Cyclostomen finden sich Muskeln vor, welche die Erweiterung der Kiemenbeutel bewirken. Bei den Selachiern dagegen, deren Kiemen fest sitzen, fehlen natürlich in der Regel Muskeln dieser Art. Das Athmungsmedium trifft die Kiemen hier stets in der zum Athmen günstigen Lage und Stellung.

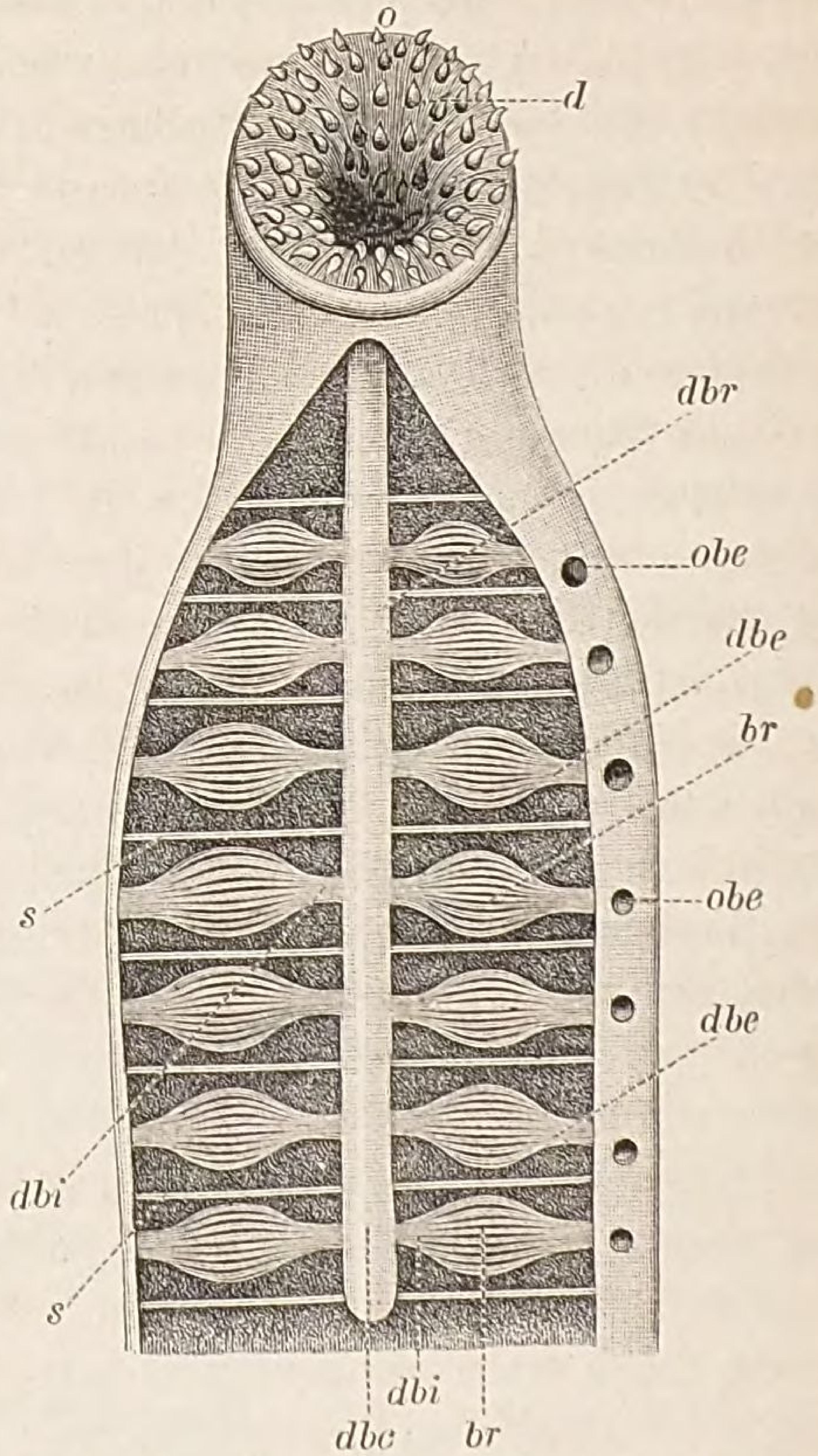


Fig. 511. Kiemenapparat bei Petromyzon marinus. *o* Saugmund. *d* Hornzähne desselben, welche von entsprechend gestalteten Papillen der Schleimhaut getragen werden. *dbc* Duct. branch. communis. *dbi* Duct. branch. interni. *dbe* Duct. branch. externi. *br* Beutelförmige Kiemen. *s* Häutige Septa dazwischen. *obe* Aeussere Kiemenöffnungen.

bb) Eingeweideskelet der Amphibien, Vögel und Säugethiere.

Wenn schon bei den Fischen Theile desselben bedeutender Rückbildung anheim fielen und anderen ihm gewordenen Leistungen sich anpassen mussten, so nehmen wir doch dieses in noch viel ausgedehnterem Maasse bei den Amphibien und den höheren Wirbelthieren wahr. Am meisten Aehnlichkeit mit dem der Fische hat es noch bei den wasserathmenden Amphibien, den Perennibranchiaten und Batrachierlarven, welche, wie die ersteren, das ganze Leben hindurch oder, wie die letzteren, nur im Larvenzustande durch Kiemen athmen. Bei denjenigen aber, die nur Luftathmer sind, wohin alle übrigen gehören, geht der zur Kiemenathmung in Beziehung gestandene Theil des Kiemengerüstes bis auf kleine Ueberreste unter. Am meisten bleibt von dem vorderen Bogenpaar, das schon bei den Fischen als Zungenbeinbogen unterschieden wurde, zurück und bilden diese Bogenüberreste mit den Copulae, so weit diese sich erhielten, den Zungenbeinapparat (*Os hyoïdeum*), wie er den luftathmenden Wirbelthieren bis zum Menschen herauf verbleibt. Die Copulae bilden den Zungenbeinkörper, und die Residuen der Bogen stellen die s. g. Zungenbein-

hörner (*Cornua oss. hyoïdeï*) dar, deren Zahl verschieden (1—3) sein kann, je nachdem nur vom vordern oder auch von den nächst dahinterfolgenden Visceralbogen Ueberreste sich erhalten haben.

Bei den Perennibranchiaten und Batrachierlarven (Fig. 512) besteht das Eingeweidegerüst 1) aus 4—5 Bogenpaaren und 2) aus deren die ventralen Enden verbindenden Copulae. Das vorderste Bogenpaar stellt wieder den Zungenbeinbogen dar, die übrigen sind kiementragende, die jedoch nur eine gemeinsame Copula, an welche sie theils unmittelbar, theils mittelbar befestigt sind, besitzen (Fig. 512 *abr*).

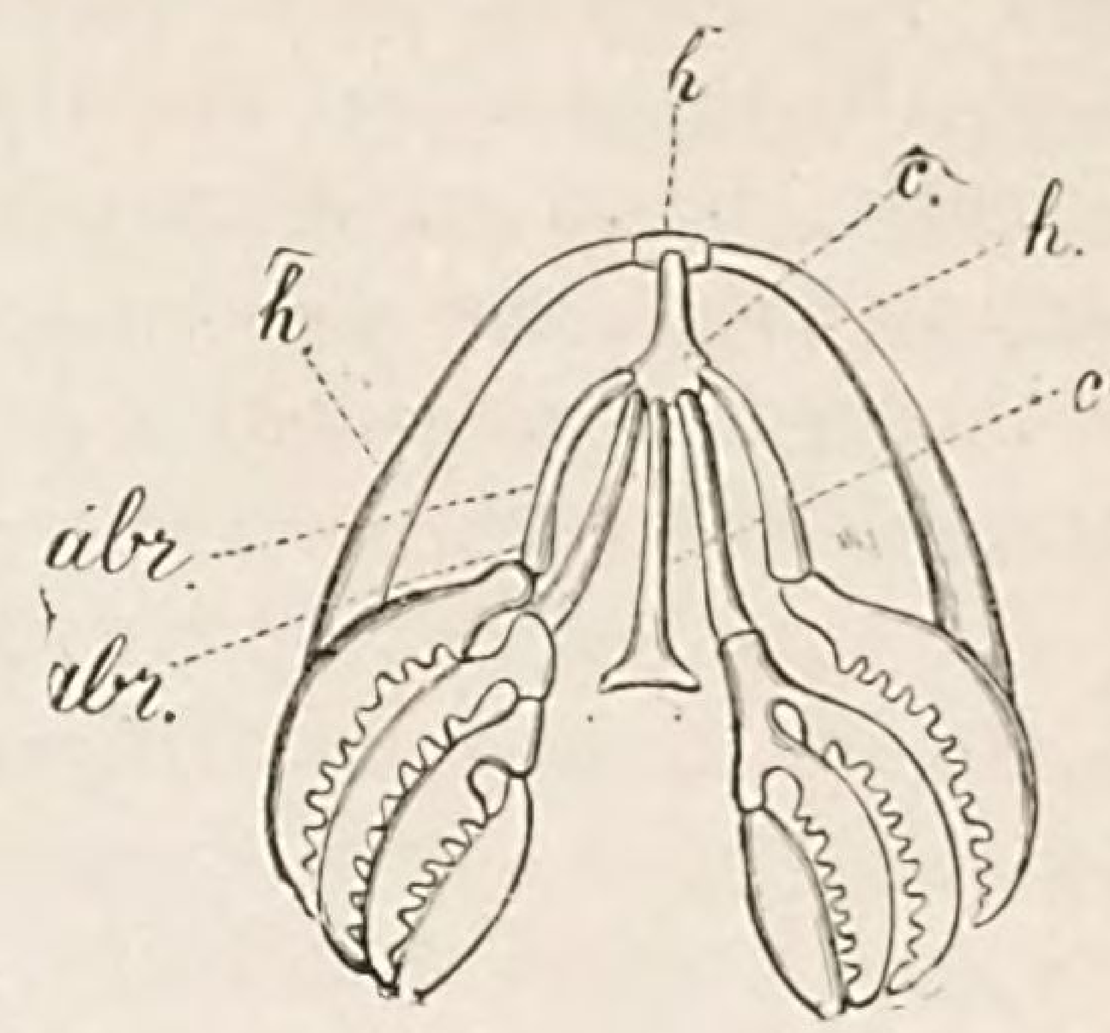


Fig. 512. Zungenbein und Kiemenbogen einer Larve von Salamandra maculata (nach Rusconi). *h* Zungenbeinbogen. *h'* Copula desselben (Zungenbeinkörper). *c* Gemeinsame Copula für die Kiemenbogen. *c'* Hinterer Anhang der gemeinsamen Copula, keinen Kiemenbogen tragend. *abr* Kiemenbogen, von welchem nur die zwei vordersten auf der gemeinsamen Copula direkt aufsitzen, die beiden hinteren dagegen nur an den zunächst vorgehenden angeschlossen sind.

Wenn nun auch das Visceralskelet als Wasserathmungsgerüst bei den Fischen zu so hoher Entwicklung gelangt, bei den Luftathmern hingegen diese Bedeutung gänzlich verliert und desshalb bis auf kleine Ueberreste einer beinahe bis zur Vernichtung führenden Rückbildung anheimfällt, — so sind doch in den frühesten Entwicklungsstadien aller Wirbelthiere, in den Seiten des gemeinsamen Eingangstheils zur Verdauungs- und Athmungshöhle, den Kiemenspalten ähnliche spaltartige Durchbrechungen — embryonale Kiemenspalten — angelegt, welche von, den Kiemenbogen entsprechenden Bogenwülsten — embryonale Kiemenbogen — begrenzt werden, die den Kiemenspalten und Kiemenbogen der Fische und kiemenathmenden Amphibien homologe Bildungen sind, die aber, da sie nicht zu Trägern von Kiemen verwerthet werden, nur rasch vorübergehende Entwicklungsphasen darstellen und zur Bildung von Organen verwendet werden, welche mit dem Kiemenapparat nichts mehr gemein haben, als den gemeinsamen Boden der Entstehung.

Zungenbein der luftathmenden Wirbelthiere.

Bei denjenigen Amphibien, welche nach dem Larvenzustande die Kiemen abwerfen und ausschliesslich durch Lungen athmen (Batrachiern), besteht der vom Kiemenapparat zurückbleibende Rest 1) aus einem Zungenbeinkörper, der entweder aus der Copula des Zungenbeinbogens allein hervorgeht oder durch Vereinigung dieser mit übrig gebliebenen Copulae der vorderen Kiemenbogen; 2) aus den vordern Hörnern (*Cornua anteriora*), als den Ueberresten der Seitentheile des ursprünglichen Zungenbeinbogens des Kiemengerüstes, und 3) aus hinteren Hörnern (*Cornua posteriora*) als Residuen von Kiemenbogen.

Bei den beschuppten Amphibien trägt der einfache, nur selten in mehrere Stücke zerfallende Zungenbeinkörper meistens zwei, öfters

aber auch drei mehrgliedrige Hörner, wie dies besonders bei den Cheloniern und Sauriern der Fall zu sein pflegt. Bei den Krokodilen trägt indess der breite panzerähnliche Zungenbeinkörper nur ein Hörnerpaar, das wie das vordere Horn gegen den Schädel aufsteigt, ohne sich jedoch daran zu befestigen. Bei den Ophidiern endlich ist das Zungenbein ganz rudimentär, indem es nur aus zwei dünnen Knorpelstreifen besteht, deren vorderen Enden vor der Trachea bogig in einander übergehen und mit ihren freien Enden, anstatt an dem Schädel sich zu befestigen, weit nach hinten sich erstrecken.

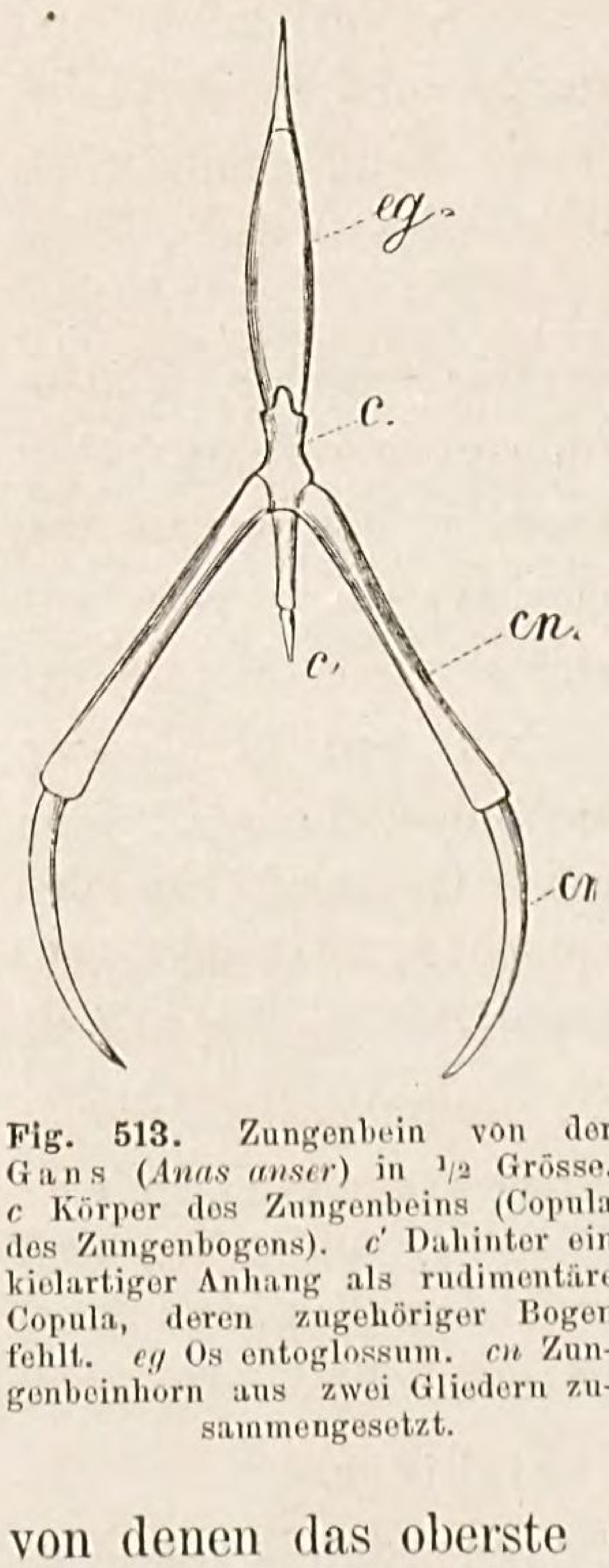


Fig. 513. Zungenbein von der Gans (*Anas anser*) in $^1/_2$ Grösse. *c* Körper des Zungenbeins (Copula des Zungenbogens). *c'* Dahinter ein kielartiger Anhang als rudimentäre Copula, deren zugehöriger Bogen fehlt. *eg* Os entoglossum. *cn* Zungenbeinhorn aus zwei Gliedern zusammengesetzt.

Auch bei den Vögeln (Fig. 513) ist der Zungenbeinapparat ziemlich einfach, indem der Zungenbeinkörper (*c*) nur ein Hörnerpaar trägt (*cn*). Nach hinten geht der Zungenbeinkörper in einen oft zweigliedrig stielförmigen Anhang (*c'*) aus, der ein Ueberrest der Copulae der Kiemenbogen ist. Vorn trägt er das, die Zunge stützende und verschieden gestaltete Os entoglossum (*eg*). Die Hörner sind meistens ziemlich lang, 2—3-gliedrig und nicht direkt mit dem Schädel verbunden. Von ganz besonderer Länge sind die Hörner bei den, eine weit vorstreckbare Zunge besitzenden Spechten, wo sie um das Hinterhaupt nach oben und über dem Schädel nach vorn, bis unter die Stirne, sich erstrecken (Fig. 21).

Bei den Säugethieren (Fig. 514) und dem Menschen (Fig. 515) trägt der Zungenbeinkörper wieder zwei Hörnerpaare, ein vorderes und hinteres. Bei ersteren ist das vordere das entwickeltere, aus mindestens zwei, oft (wie bei Wiederkäuern) aus drei Stücken gebildet, von denen das oberste mit dem Os petrosum beweglich sich verbindet, in einzelnen Fällen aber, wie beim Orang-Utang und dem Menschen, mit demselben verwächst und dann den Processus styloïdeus des Schläfenbeins darstellt (*st*). Die Zwischenstücke sind oft, wie beim Menschen, nur ligamentös (Fig. 515 *lg''*) vertreten (Lig. stylo-hyoïdeum). Die hinteren Hörner sind stets eingliederig und kleiner, als die vorderen. An sie ist der Kehlkopf aufgehängt (Fig. 514). Beim Menschen sind sie grösser, als die vorderen, daher sie die Cornua majora und die vorderen die Cornua minora heissen. Bei manchen Säugethieren (Pferd, Wiederkäuer) verwachsen die hinteren Hörner mit dem Körper. Bei manchen trägt letzterer vorn noch einen an das Os entoglossum erinnernden Fortsatz (*c'*), der beim Pferde sehr

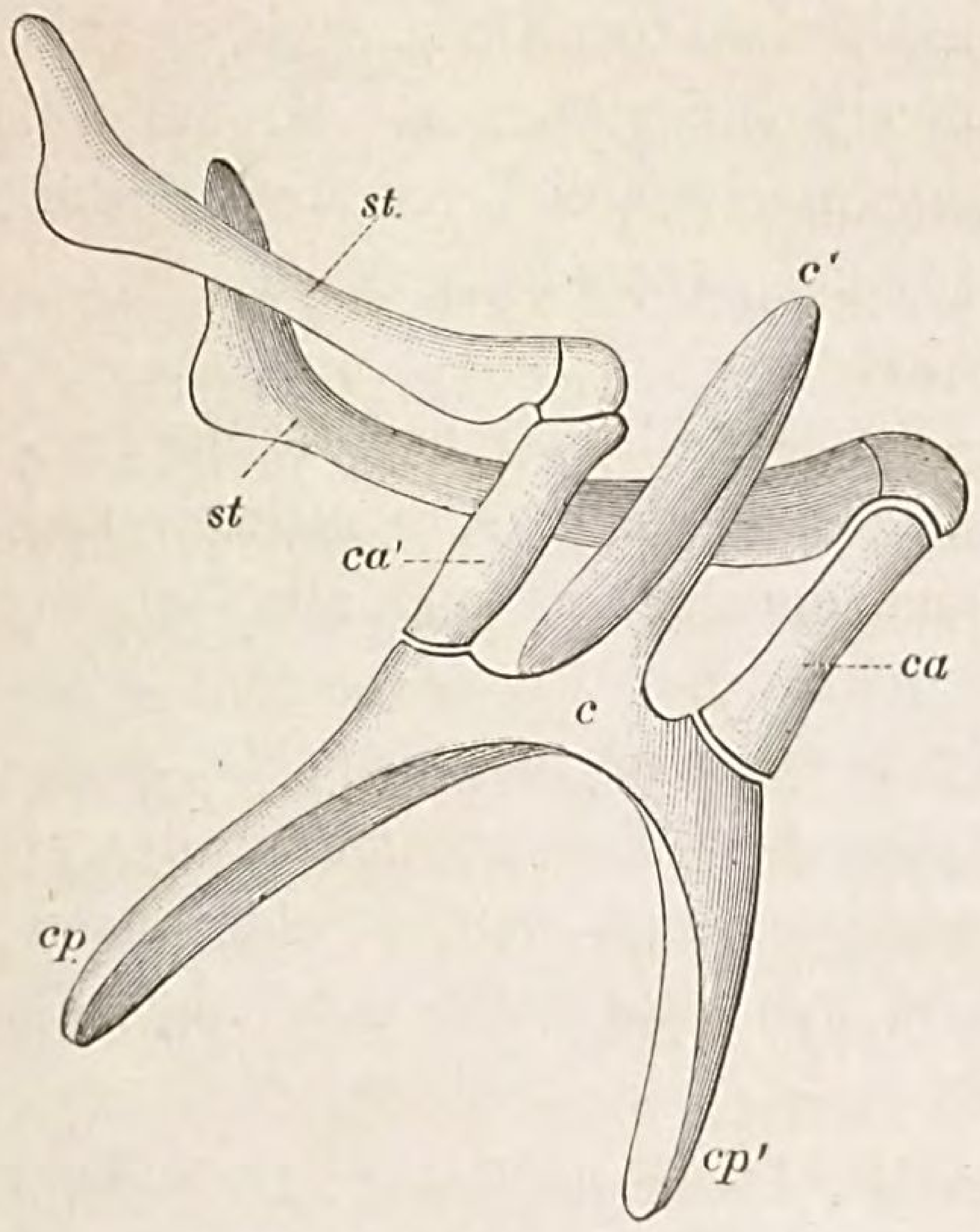


Fig. 514. Zungenbein vom Pferde (*Equus caballus*) in 1/3 Grösse dargestellt. *c* Zungenbeinkörper. *c'* Kielartiger Fortsatz desselben nach vorn. *cp* Hintere Hörner (*cornua majora*), mit dem Körper verwachsen. *ca* Vordere Hörner aus 2 Hauptgliedern und einem Zwischenstück bestehend; das hinterste (*st*) verbindet sich mit seinem aufwärtssehenden Ende mit dem Os petrosum, und wenn es damit verwächst, dessen Processus styloïdeus darstellt; das vordere kürzere Glied (*ca'*) stellt dann das Cornu minus des menschlichen Zungenbeins dar.

lang, bei Wiederkäuern hingegen von geringerer Grösse ist.

Wo bei Affen (Cebus, Atcles) die Kehlkopftaschen (*Ventriculi laryngis*) eine ansehnlichere Grösse erreichen, gewährt ihnen der Zungenbeinkörper eine Stütze. Daher letzterer dann von hinten eine entsprechende Aushöhlung und vorn eine gewölbte Form erhält.

Auch beim männlichen Geschlechte des Menschen findet man etwas Aehnliches, nämlich an der hintern Fläche des Zungenbeinkörpers eine Aushöhlung in Fällen, wo die Ventriculi Morgagni eine bedeutendere Grösse, als gewöhnlich, haben und bis hinter jenen sich ausdehnen.

Diese Anpassung der Formen des Zungenbeins an Theile des Kehlkopfes kann selbst in einzelnen Fällen, so beim Brüllaffen (*Mycetes*), soweit gehen,

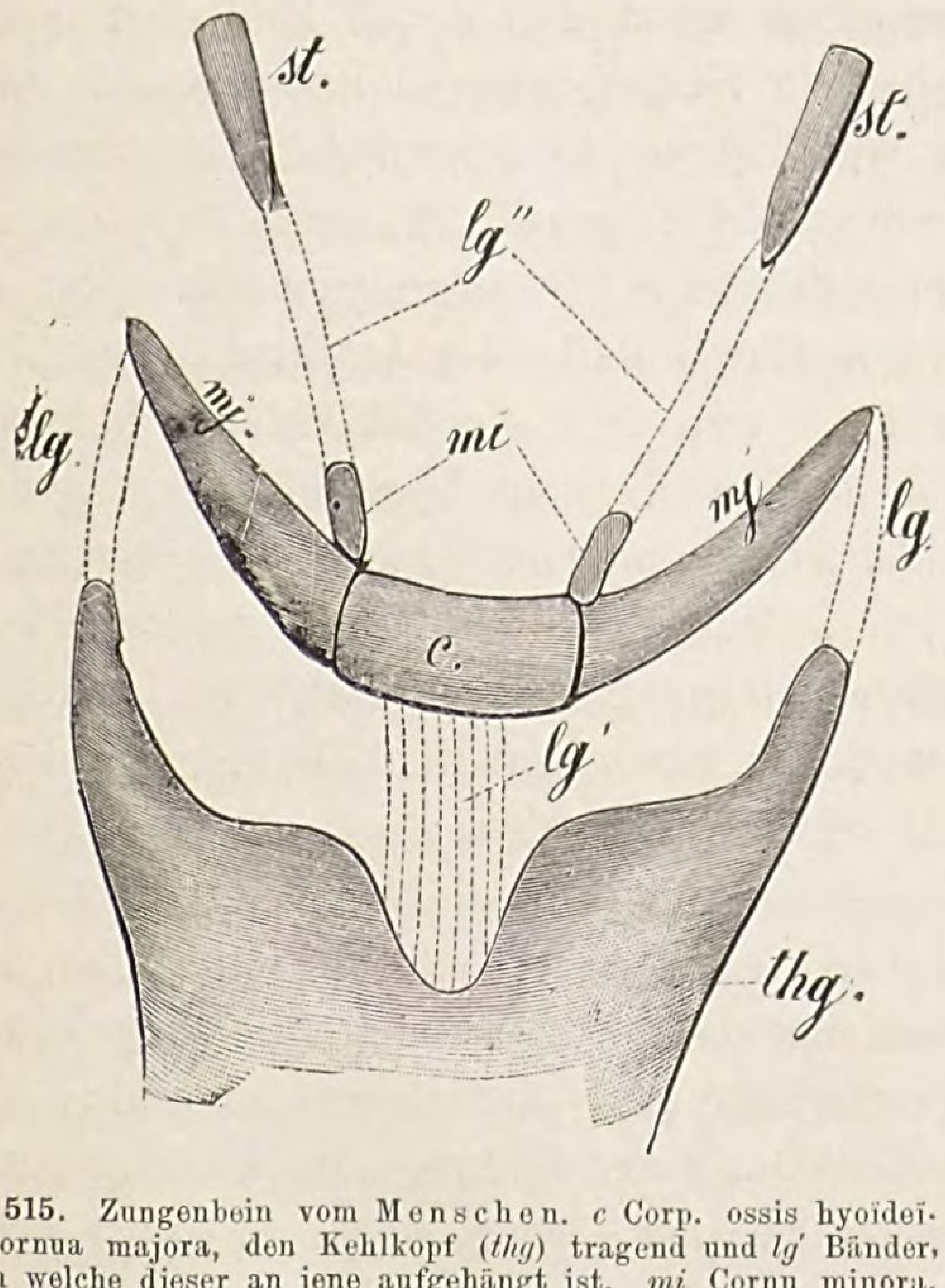


Fig. 515. Zungenbein vom Menschen. *c* Corp. ossis hyoïdeï. *mj* Cornua majora, den Kehlkopf (*thg*) tragend und *lg'* Bänder, durch welche dieser an jene aufgehängt ist. *mi* Cornu minora. *st* Processus styloïdeus des Schläfenbeins. *lg''* Lig. stylohyoïdeum, beide verbindend.

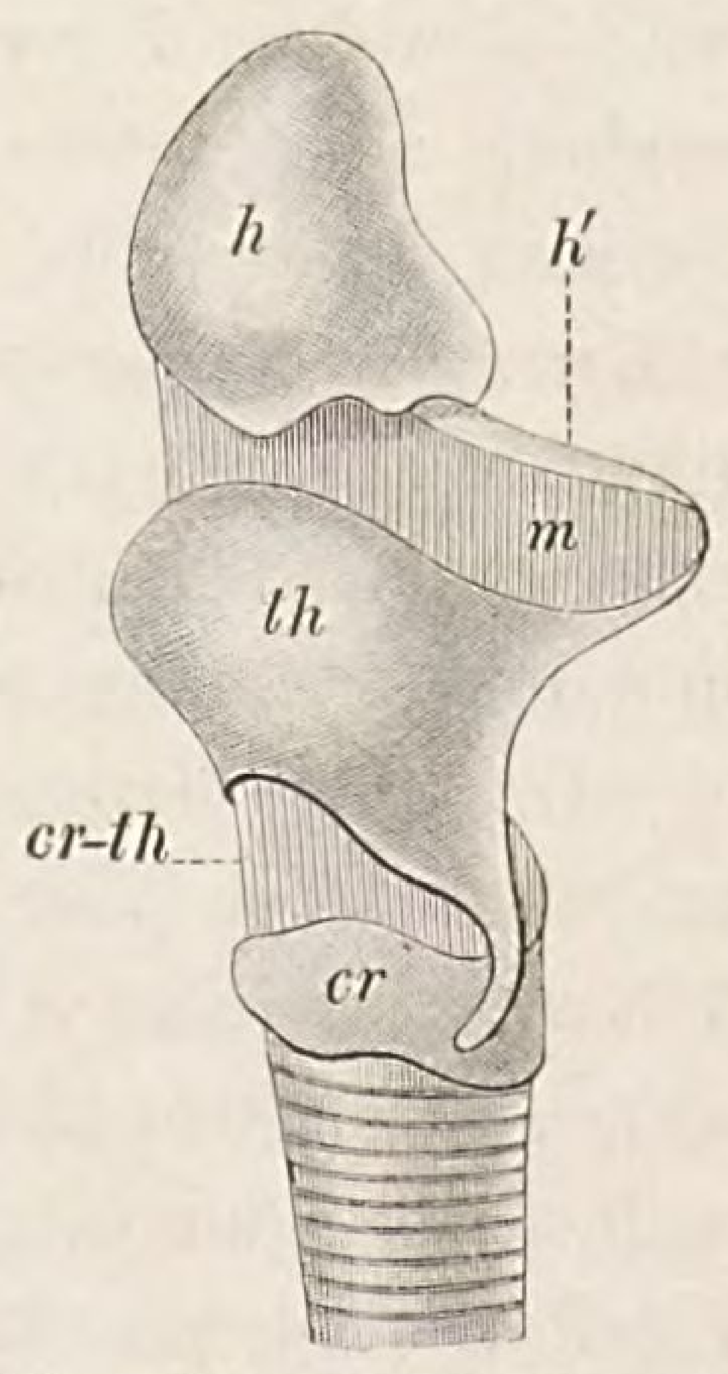


Fig. 516. Kehlkopf vom Brüllaffen (*Mycetes*), Bezeichnung wie früher.

dass die ursprüngliche Gestalt des Zungenbeinkörpers ganz verloren geht und er zum Behufe der Umschliessung der Kehlkopftaschen, die zur Bildung eines mächtigen Resonanzapparates ganz ungewöhnlich vergrössert sind — in eine förmliche Knochenblase (Fig. 516) umgewandelt erscheint.

Rückblick.

Wenn man das Eingeweideskelet der Wirbelthiere und die Mannigfaltigkeit seiner Formen noch einmal übersieht, so kann man nicht verkennen, dass es nach einem gemeinsamen Plane angelegt ist und alle Verschiedenheiten und Abänderungen darstellt, welche dieser erfahren hat. Als den Grundplan kann man sich ein System von Bogen vorstellen, die anfänglich alle gleichartig und gleichwerthig sind, um dem Wasserathmungsapparat, wie auch dem Eingangstheil des Verdauungsapparates, welche beide davon umlagert werden, eine Stütze zu gewähren, namentlich aber die Träger für die Kiemen abzugeben bestimmt sind.

In seiner ganzen Ausdehnung kommt er aber nicht zur Verwendung, erleidet vielmehr mannigfache Reductionen und Umwandlungen. Den nicht zu Trägern der Kiemen verwendeten Bogen und Bogentheilen werden andere mechanische Leistungen zugewiesen, dem sie sich desshalb anpassen müssen. So lässt sich verstehen, dass der vorderste Bogen seine Beziehung zu dem Kiemenapparat aufgibt und in ein Gerüst sich umwandelt, das durch Bildung des Kiefergaumengerüstes die Wandung des Eingangstheils des Nahrungsschlauches und Respirationsweges stützt und durch Eintreten in den speciellen Dienst des ersteren selbst zu Kauwerkzeugen umgewandelt wird. Auch der zweite Visceralbogen wird seiner ursprünglichen Bestimmung, Träger von Kiemen zu sein, meistentheils ganz entzogen. Sein oberer Abschnitt wird zu einem Tragapparate des Kiefergaumengerüstes, der mit dem umgewandelten ersten Bogen in die Bildung des Antlitzgerüstes übergeht, — während sein unterer Theil eine gewisse Selbstständigkeit sich bewahrt, aber ungeachtet dessen doch nicht zum Kiementräger, sondern zu einem Bogen wird, der nach der Stütze, welche seine Copula der Zunge gewährt, den Zungenbeinbogen bildet. Nur die hinter diesen zweiten Bogen folgenden übrigen sind die eigentlichen Kiemenbogen, obgleich auch einzelne dieser schon bei den Fischen mehr oder weniger Rückbildungen anheimfallen und zu anderen Leistungen verwendet werden.

Bei den Wirbelthieren, die nur durch Lungen athmen, mussten die kiementragenden Visceralbogen natürlich als solche funktionslos werden und als überflüssig dem Untergang verfallen. Nur diejenigen (die beiden vordern), für welche auch bei den Luftathmern die ihnen schon bei den Fischen gewordene Aufgabe und Beziehung zur Bildung des Antlitzgerüstes verbleibt, werden selbstverständlich auch hier, wenn gleich in sehr veränderter Form, fortbestehen. Sie sind es, aus denen auch bei den Luftath-

mern in gleicher Weise, als wie dies schon bei den Fischen der Fall war, das die Mundhöhle und den Schlund umschliessende und stützende Kiefergaumengerüst und der Zungenbeinapparat hervorgeht.

Auch die Visceralspalten fallen da, wo ihre ursprüngliche Bestimmung ihnen entgegen wurde, dem Untergang entweder ganz anheim, oder es werden, wo sie theilweise noch erhalten bleiben, ihnen andere Bestimmungen gegeben und zu andern Leistungen, denen sie sich natürlich anpassen müssen, verwerthet. So ist schon bei den Fischen die zwischen den ursprünglich beiden vordern Visceralbogen befindliche Spalte untergegangen und nur bei den Selachiern ein Theil davon übrig geblieben, welcher zur Bildung des sog. Spritzloches verwendet wurde.

Bei den Luftathmern gehen nun auch die übrigen Visceralspalten ein, welche bei den Kiemenathmern zur Kiemenfunktion in näherer Beziehung standen. Nur die vordere geht nicht ganz unter, sondern lässt offene Ueberreste zurück, die aber ihre Beziehung zur Athemfunktion gänzlich aufgegeben haben. Sie wandeln sich zu Hohlbildungen um, welche der das Ohrlabyrinth umfassende Gehörkapsel von aussen sich anschliessen und dadurch zu Bestandtheilen des Gehörapparates werden.

Die Schliessung dieser Spalte erfolgt entweder nur aussen und bleibt gegen den Schlund hin offen, oder in der Mitte, und lässt aussen und innen offene Theile übrig. In ersterem Falle bildet sich aus dem offen bleibenden Theile die Eustachische Röhre und Paukenhöhle, und aus der Verschliessung das Paukenfell hervor. Im andern Falle wird, während die Verschliessung und der innen offen gebliebene Rest die gleiche Verwendung, wie vorhergehend, findet, der aussen offen gebliebene Theil in das äussere Ohr und den äussern Gehörgang umgewandelt. Gleichwie diese vordere Visceralspalte bei den Luftathmern, statt ihres gänzlichen Unterganges, zur Bildung von Höhlungen verwendet wird, durch welche die Leitung der Schallwellen aus der Luft zum Labyrinth ermöglicht werden soll, so werden auch aus den, jene begrenzenden beiden vordern Visceralbogen bei den Luftathmern Theile gleichsam entlehnt, um knöcherne Inhaltsgebilde der Paukenhöhle, nämlich die Gehörknöchelchen, daraus hervorgehen zu lassen, durch welche die Schallleitung aus der Luft nach dem Labyrinth weiter unterstützt werden soll, — und welche Theile der ursprünglichen Visceralbogen der ihnen gewordenen neuen Bestimmung ebensowohl sich nun anpassen, als wie dies bezüglich der, zur Höhlung des äussern und mittleren Theils des Gehörapparates sich umwandelnden vordersten Visceralspalte der Fall ist. Bei den Amphibien und Vögeln entwickelt sich die, das Trommelfell mit dem Labyrinth verbindende Columella aus dem obersten sich ablösenden Theil des zweiten Visceralbogens (d. h. dem Zungenbeinbogen). Bei den Säugethieren, bei welchen zu dieser Colu-

mella, die hier zum Steigbügel wird (siehe unten das Gehörorgan), noch zwei weitere Knöchelchen, der Ambos und Hammer hinzutreten, um eine das Trommelfell mit Labyrinth verbindende kleine Knochenkette herzustellen, — werden diese dem ersten Visceralbogen entnommen. Das bei den Amphibien und Vögeln vorhandene Os quadratum, das als Glied des Antlitzgerüstes bei den Säugethieren verschwindet, ist es, das hier zur Bildung des Ambos verwendet wird, und der Hammer, der einestheils sich diesem anschliesst, anderntheils mit dem Trommelfell sich verbindet, geht aus dem mit dem Quadratum articulirenden Gelenkstücke (*Articulare*) des primitiven knorpeligen Unterkiefers hervor (Gegenbaur).

Ein beim Foetus von dem bereits verknöcherten Hammer noch ausgehender Knorpelfortsatz (sog. Meckel'scher Fortsatz) zu dem primitiven Unterkieferknorpel verräth noch eine Zeit lang den Ursprung aus diesem. Der übrig bleibende Theil des Unterkieferknorpels bildet die Unterlage für einen aussen sich auflagernden Deckknochen ab, der nach oben mit dem Squamosum in Articulation tritt und den später definitiven knöchernen Unterkiefer darstellt. Zu einer Mehrzahl von Deckstücken, welche noch bei den Vögeln den primitiven Unterkieferknorpel umschliessen und den knöchernen Unterkiefer zusammensetzen, kommt es bei den Säugethieren, wie es scheint, nicht. Ob alle Knochenstücke, welche den Unterkiefer der Vögel und Amphibien zusammensetzen, in demjenigen der Säugethiere als miteinander verschmolzen gedacht werden müssen, oder dieser nur einem jener, wie etwa dem Dentale, oder mehreren derselben entsprechen, lässt sich nicht mit Bestimmtheit feststellen.

Nachtrag.

Nachdem der Druck des Textes über das Rumpfskelet schon beendigt war, kamen mir die Beiträge zur vergl. Osteologie der Vertebraten, von C. Claus (Sitzungsberichte der kaiserl. Acad. d. W. Bd. 74, Abth. 1) in einem Separatabdrucke zu Handen; daher die Resultate dieser sorgfältigen Untersuchungen oben unberücksichtigt blieben und hier nachträglich darüber berichtet wird.

C. Claus weist im ersten Abschnitte seiner vortrefflichen, mit hübschen Abbildungen ausgestatteten Arbeit über „Rippen und unteres Bogensystem" nach, dass die Gegenbaur'sche Ansicht, welcher zu Folge Rippen und untere Wirbelbogen der Caudalregion der Wirbelsäule homologe Skelettheile sind und letztere aus ersteren hervorgehen, — unrichtig sei. Nach dem Verf. sind Rippen und untere Wirbelbogen von den Amphibien an bis zu den Säugethieren herauf morphologisch verschiedene Bildungen; jene gehören dem System der Querfortsätze an, während diese nur Wiederholung der dorsalen Wirbelbogen darstellen. Im

zweiten Abschnitte enthält diese schätzenswerthe Arbeit auch noch eine Untersuchung über die Verschiebung des Darmbeins und der Sacralregion der Wirbelsäule von Amphibien. Verf. constatirt die Variabilität der Lage des hintern Gliedmassengürtels und der davon abhängigen Zahl der Dorsallumbalwirbel.

Ferner sind noch folgende vergleichende osteologische Arbeiten nachzutragen:

G. Born, Zum Carpus und Tarsus der Saurier, in Gegenbaur's morpholog. Jahrbuch Band II, nebst einer Tafel.

Gegenbaur, Ueber den Ausschluss des Schambeins von der Pfanne des Hüftgelenkes, in dessen morpholog. Jahrbuch Band II, nebst einer Tafel. Von seiner früheren unrichtigen Ansicht (Grundzüge der vergleichenden Anatomie. 1859. S. 436), der zu Folge das von der Pfanne ausgeschlossene Schoosbein beim Krokodil ein dem Beutelknochen der Beutelthiere entsprechender Skelettheil sein sollte, — zurückkommend, weist Verf. nun nach, dass selbst auch bei einzelnen Säugethieren (Lepus, Inuus u. a.) eine mehr oder weniger vollständige Verdrängung des Schambeins von der Theilnahme an der Hüftgelenkpfanne vorkomme.

Derselbe, Zur Morphologie der Gliedmassen der Wirbelthiere, ebenda Band II.

C. Hasse, Die fossilen Wirbel, ebenda Band II, nebst zwei Tafeln.

Hyrtl, Ueber die Wirbelassimilation bei Amphibien, in den Sitzungsberichten der kaiserl. Akademie der Wissenschaft. Band 49, Abtheilung 1. S. 264.

G. Joseph, Ueber die Schläfenlinie und den Scheitelkamm der Affen, im morpholog. Jahrbuch, Band II, nebst einer Tafel.

W. Marschall (Leiden), Ueber den Vogelschwanz, in dem niederländischen Archiv für Zoologie von E. Selenka. Harlem u. Leipzig 1873. Band I. Enthält Untersuchung über die Entwicklung des, aus der Verschmelzung einer Anzahl von Wirbeln hervorgehenden Endstückes des Schwanzskelets.

Derselbe, Ueber die knöchernen Schädelhöcker der Vögel, ebendaselbst Band I, nebst einer Tafel.

W. Rolph, Ueber den Bau des Amphioxus lanceolatus, im morpholog. Jahrbuch, Band II, nebst zwei Tafeln. Verf. bestreitet bezüglich der Chorda dorsalis und ihrer Scheiden die Richtigkeit der Kosmann'schen Darstellung.

E. Rosenberg, Die Entwicklung der Wirbelsäule und das Centrale carpi des Menschen, ebenda Band I.

A. G. Vrolik, Studien über die Verknöcherung und die Knochen des Schädels der Telostier, in dem niederländ. Archiv für Zoologie Band I, nebst fünf Tafeln. Es ist dies eine für die vergleichende Osteologie des Schädels sehr wichtige Abhandlung, welche umfasst:

1) die Synonyme der Schädelknochen nebst einer sehr übersichtlichen Tabelle;
2) die Verknöcherung des Teleostierschädels (Hecht, Lachs);
3) die Knochen des Teleostierschädels mit Rücksicht auf die Huxley'sche Otica (Beschreibungen der Schädel einiger Physostomen und Gadus lota);
4) die Verknöcherung des Schläfenbeins der Säugethiere mit Rücksicht auf die Huxley'sche Otica.

Untersucht wurden:

a) die Knochenpunkte des menschlichen Schläfenbeins; dann
b) die am Schläfenbein anderer Säugethiere (Rind, Ziege, Schaf, Schwein, Kaninchen, Hund) und endlich
c) die Bildung des Fallop. Canales.

B. Activer Bewegungsapparat.

1. Muskelapparat der Wirbelthiere.

D'Alton, Beschreibung des Muskelsystems von Python bivittatus, in Müller's Archiv, 1834. — Derselbe, De strigum musculis. Halae 1837. — Bergmann, in Müller's Archiv, 1839, S. 296. — Bojanus, Anatome testudinis europeae. Vilnae. — E. Burdach, Neunter Bericht von der anat. Anstalt zu Königsberg. Königsberg 1838. — Buttmann, De musculis Crocodili. Halae 1826. — C. G. Carus, Erläuterungstafeln z. vergl. Anatomie. Heft I. — Catalogue of Hunters Collection. Vol. II. — G. Cuvier, Vorlesungen z. vergl. Anatomie. Bd. I. — Derselbe, Histoire naturelle des poissons. Vol. I. — Duges, Recherches sur l'Osteologie et la Myologie des Batraciens. Paris 1834. — A. Ecker, Anatomie des Frosches. Braunschweig 1863. — M. Fürbringer, die Knochen und Muskeln der Extremitäten bei schlangenähnlichen Sauriern. Leipzig 1870. — Derselbe, Zur vergl. Anatomie der Schultermuskulatur: I. Th. in Jenaisch. Zeitschr. Bd. 7; II. Th. ebenda Bd. 8; III. Th. in Gegenbaur's morpholog. Jahrbuche Bd. 1. S. 637. — Derselbe, Zur vergl. Anat. der Muskulatur des Kopfskelets der Cyclostomen in Jenaisch. Zeitschr. Bd. 9. — Goodsir, (Ueber die Muskeln von Orthagoriscus) in Annals of natural history. Vol. 6. p. 522. — Gurlt,

Abbildungen zur Anatomie der Haussäugethiere. — Derselbe, Ueber die Muskeln des Vogelflügels in Meckel's Archiv f. Physiologie. — S. Haughton, On the muscular Anatomy of the Crocodile, in Proc. of royal Irish. Acad. Vol. 9. Doublin 1866. — Derselbe, In Ann. and. mag. of nat. histor, 4 Ser. Vol. 1. 1868. — Heusinger, in dessen Zeitschrift f. org. Physik. Bd. 3. Heft 5. — Himly, Ueber das Zusammenkugeln des Igels. Braunschweig 1804. — Hyrtl, Lepidosiren paradoxa. Prag 1845. — Hübner, De organis motoriis Boae caninae. Berolini 1815. — Jacobs, Talpae europaeae anatome. Jenae 1816. — Jaeger, Ueber das Vorkommen eines Knochens im Zwerchfell des Dromedars etc. in Meckel's Arch. f. Physiol. Bd. V. S. 113. — Leisenring, Atlas zur Anatomie des Pferdes und der übrigen Haussäugethiere. Leipzig 1861. — F. S. Leuckart, Der Zwerchfellknochen beim Dromedar, in Meckel's Archiv für Physiol. Bd. VI. S. 142. Bd. VIII. S. 441. — Ljunggren, De Talpae extremitate anteriore. Lund 1819. — Lucae, Die Robbe und Fischotter in ihrem Knochen- und Muskelskelet. Frankfurt a. M. 1876. — Meckel, System d. vergl. Anat. Bd. 3. — Derselbe, Ornithorhynchi paradoxi descriptio anatomica. Lipsiae 1826. — J. Müller, Vergl. Anat. d. Myxinoïden. Berlin 1835. — R. Owen, Comparative anatomy of Vertebrates. London 1868. Vol. I, p. 200; Vol. II, p. 84; Vol. III, p. 1. — Derselbe, Marsupialia, in Todd's Cyclopaedia. — Derselbe, Monotremata ebendas. — Derselbe, Ueb. die Hautmuskeln Apterix, in Frorieps. N. Notizen. B. 25. Nr. 548. — H. Pfeiffer, Zur vergl. Anat. des Schultergerüstes u. der Schultermuskeln bei Säugethieren, Vögeln u. Amphibien. Giessen 1854. — W. Rapp, Die Cetaceen, zoologisch und anatomisch dargestellt. Mit Abbildungen. Tübingen und Stuttgart 1837. — Rathke, Ueber den innern Bau der Pricke. Danzig 1825. — J. Reid, Ueber die Muskeln des Pinguins (Aptenodytes patogonica) in d. Procedings of the zool. society of London. P. 3. 1839. S. 140. — Robin, Ueber die Rücken- u. Schwanzmuskeln bei den Rochen, in Annal. d. sc. nat. 1847. — Rüdinger, Die Muskeln der vordern Extremitäten der Reptilien u. Vögel. Harlem 1868. — C. G. Schoeps, Beschreib. der Flügelmuskeln der Vögel, in Meckel's Archiv für Physiologie. 1829. S. 72. — Seubert, Symbolae ad Erinacei europaei anatomen. Bonn 1841. — Stannius, Lehrb. d. vergl. Anat. d. Wirbelthiere. Berlin 1846. — Derselbe, Handbuch der Anatomie der Wirbelthiere. 2. Aufl. Heft 1—2. Berlin 1854—55 (Fische u. Amphibien). — Derselbe, Ueber den Bau der Muskeln bei Petronyzon fluviatilis, in den Nachrichten der kgl. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen Nr. 17. 1851. — Straus-Dürckheim, Anatomie descriptive et comparative du Chat, type de mammifère en générale et des carnivores en particulier. Avec atlas. Paris 1845. — Vrolik, Recherches d'anatomie comparée sur le Chimpansée. Amsterd. 1841. — R. Wagner, Icones zootomicae. Lipsiae 1841. — M. J. Weber, in Müller's Archiv 1840. — Wetter, Erinacei europaei anatome. Goetting. 1818. — Zenker, Batrachomyologia. Jena 1825.

Die willkürlichen Muskeln des Wirbelthierkörpers sind, — wenn wir von denen absehen, welche einzelnen Organen, wie der Zunge, dem Auge u. dergl. angehören, — theils berechnet auf Bewegung der Glieder des innern Skelets, theils auf solche der äussern Körperbedeckung. Daher man sie in Skeletmuskeln und Hautmuskeln scheidet.

1. Hautmuskeln der Wirbelthiere.

Gemeinsam ist allen Hautmuskeln die Insertion in der äussern Haut, während ihr Ursprung verschieden sich verhalten kann, indem sie diesen bald von der Haut, bald aber auch von Theilen des innern Skelets nehmen. Sie sind verschiedenen Leistungen dienstbar, indem sie bald zur Spannung oder Verschiebung grösserer Hautstrecken dienen, wenn ihre Fasern in einer der Fläche der äussern Haut parallelen Richtung verlaufen, bald die Schliessung oder Eröffnung der grössern äussern Körperöffnung (Mund, Nase, After etc.) vermitteln. Im ersteren Falle stellen sie breite hautartige Muskeln dar, deren Fasern in der Richtung liegen, in welcher die Haut

verschoben oder gespannt werden soll. Im andern Falle dagegen sind es schmalere Muskeln, deren Fasern die zu schliessende Oeffnung entweder ringförmig umgeben (Musc. orbiculares s. sphincteres), oder strahlig zu derselben d. h. in einer zum Rande der Oeffnung senkrechten Richtung stehen, was sie zur Erweiterung befähigt (Musculi dilatatores).

Die Hautverschiebungen werden sehr verschieden verwerthet. Im Grossen und Ganzen werden sie aber meistens in der Absicht ausgeführt, um gegen belästigende oder schädliche Einflüsse zu schützen, derselben sich zu entledigen, wie z. B. gegen lästige Insekten, welche durch die rasche schüttelnde Bewegung der Haut verscheucht werden. In andern Fällen wirken die Hautmuskeln auf die Stellung der hornigen Oberhautgebilde, auf die Haare, Borsten, Stacheln, Federn und Schuppen ein, die durch sie aufgerichtet oder ausgebreitet, oder nieder- und zusammengelegt werden, was bald, wie das Sichaufstellen der Haare und Borsten, eine gewisse psychische Erregung (wie Zorn, Schreck u. dgl.) oder eine erregte Aufmerksamkeit auf äussere sichtbar gewordene Objekte kund gibt, bald wie das Aufrichten von Stacheln zum Schutze gegen feindliche Angriffe, bald wie das Ausbreiten der Schwungfedern der Flügel und der Steuerfedern des Schwanzes der Vögel, sowie die Bewegung der Bauchschuppen der Schlangen zur Unterstützung der Locomotion verwerthet wird.

Die Hautmuskeln können natürlich nur da zu einer grösseren Ausbildung gelangen, wo die äussere Haut weich und beweglich ist, während sie bei denjenigen Thieren, deren Haut unbewegbar und mit Schuppenbildungen überdeckt ist, entweder nur rudimentär sind oder ganz fehlen. So lässt es sich begreifen, dass den Fischen Hautmuskeln ganz abgehen und auch bei den beschuppten Amphibien nur zu einer geringen Ausbildung gelangen. Mehr schon kommen sie bei den, eine weiche Körperbedeckung tragenden nackten Amphibien, vor allen aber bei den Vögeln und Säugethieren zu einer besonderen Geltung.

Bei den Säugethieren gelangen sie zu ganz besonderer Ausbildung. Die Bewegung der äussern Haut hat hier meistens eine schützende Bedeutung, indem durch die oft rasch hinter einander folgenden Verschiebungen einer Hautpartie die aufsitzenden quälenden Insekten verscheucht werden, oder dadurch, dass die ganze, mit Schuppen oder Stacheln bewaffnete Rumpfhaut, wie ein Panzer, den Kopf und die Gliedmassen des sich kuglich zusammenrollenden Thieres schützend umgibt. Beim Gürtelthier, dem Ameisenigel und beim gewöhnlichen Igel (Fig. 517) ist diese Hautmuskulatur daher am stärksten entwickelt. Beim Igel deckt der Hauptmuskel (Fig. 518) kappenartig die ganze Rückseite des Körpers, vom Schwanzbezirke bis zum Hinterhaupt. Von dieser sog. Kappe (*Cucullus*) gehen Portionen peripherisch nach hinten, seitlich und nach vorn ab, die sich am

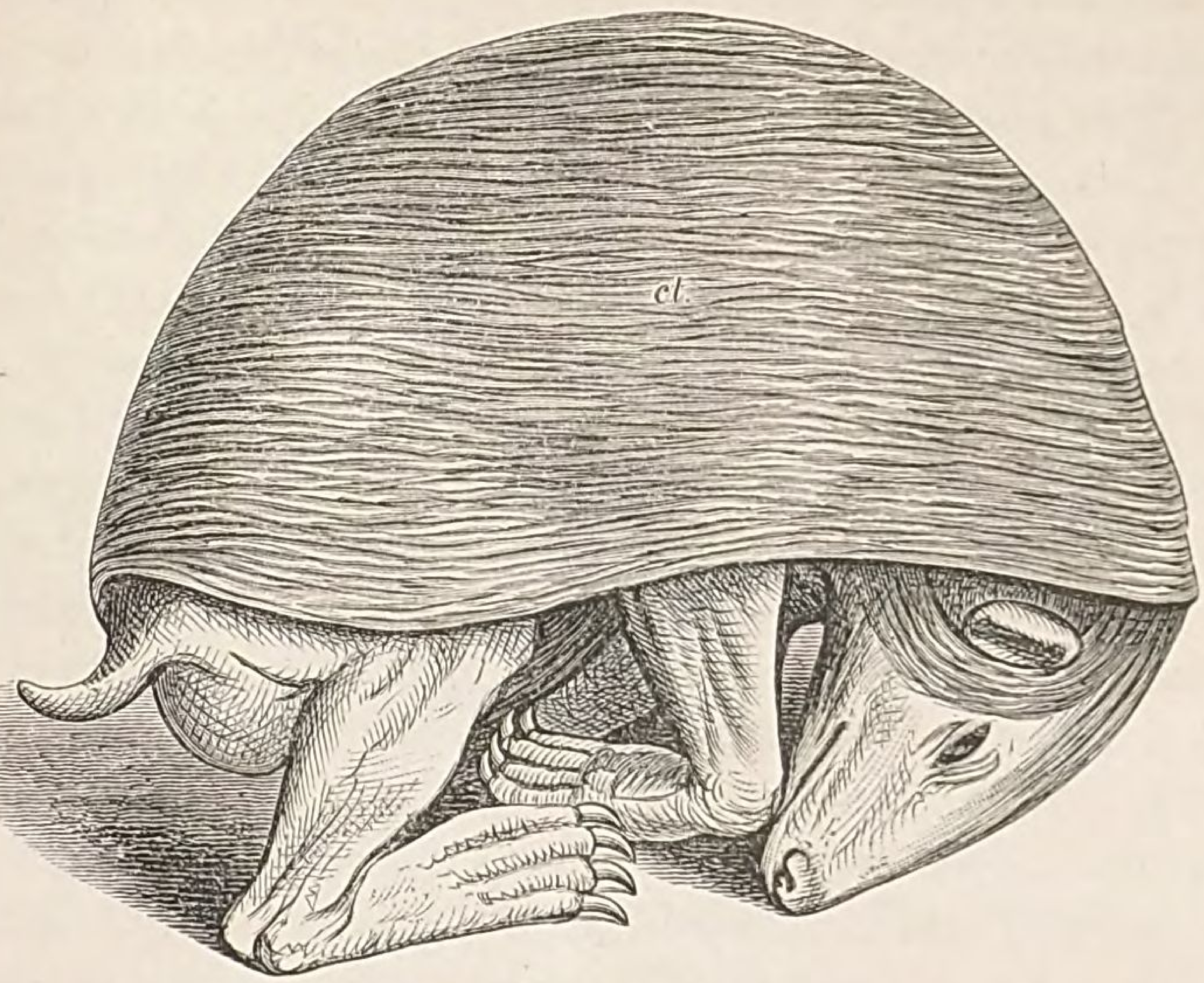


Fig. 517. Gemeinsamer Rumpfhautmuskel (*ct*) des Igels in einem gerollten Zustande des Thieres.

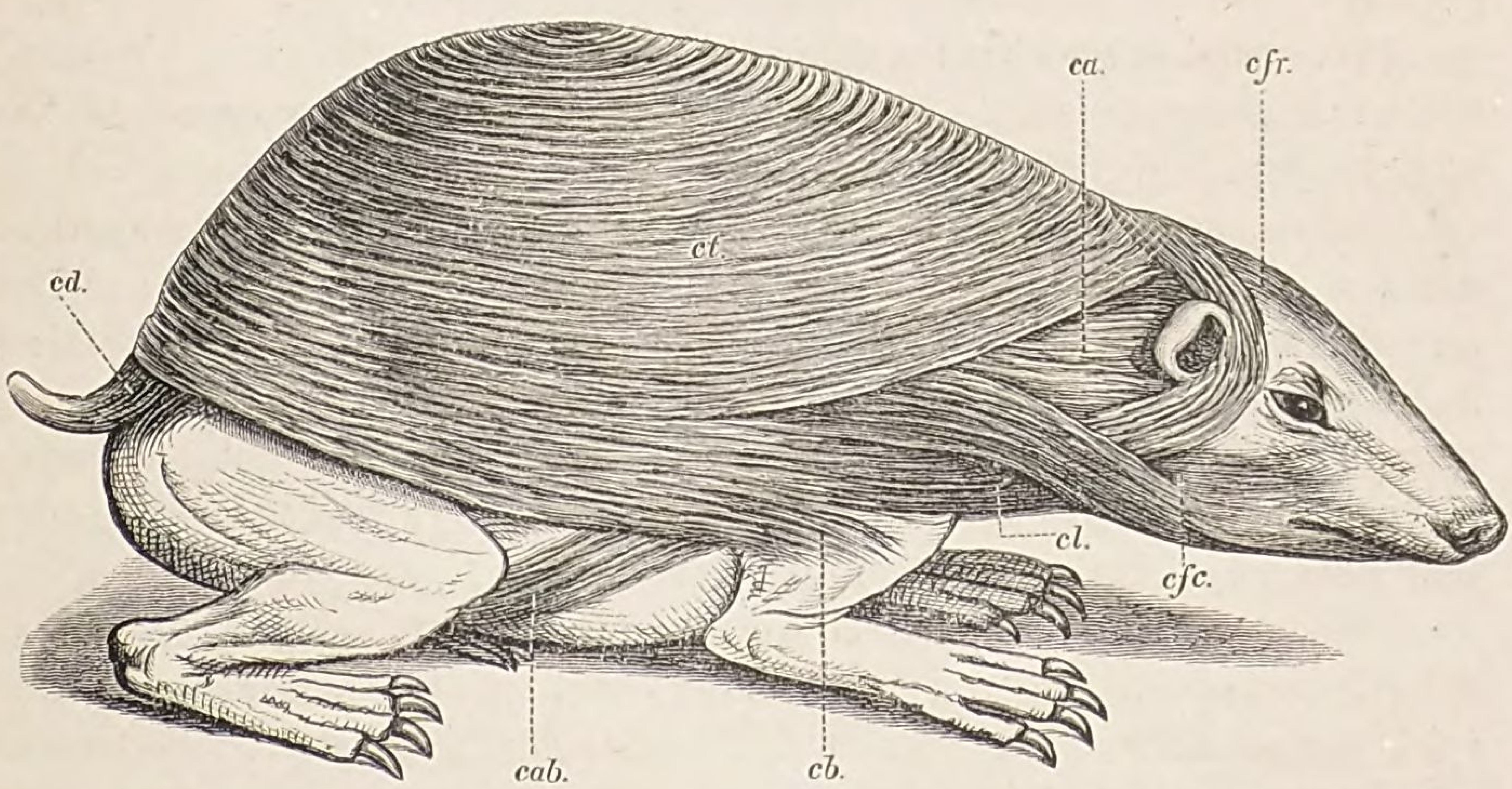


Fig. 518. Hautmuskel des Igels (*Erinaceus europaeus*). *ct* Gemeinsamer Rumpfhautmuskel. *cfr* Stirnportion. *ca* Ohrportion. *cfc* Antlitzportion. *cl* Halsportion. *cb* Armportion. *ca* Bauchportion, mit dem Praeputium penis in Verbindung stehend. *cd* Schwanzportion.

Schwanz (*cd*), seitlich am Bauche (*cab*) und am Oberarm (*cb*) und vorwärts am Halse (*cl*), am Antlitz (*cfc*), hinter dem Ohre (*ca*) und an der Stirn (*cfr*) befestigen, wodurch die Kappe beim Einrollen des Thieres (Fig. 517) über diese Theile herabgezogen wird. Auch bei andern Säugethieren, bei Cetaceen, Carnivoren und selbst vielen Affen u. a. findet sich ein den Rumpf umschliessender grosser Hautmuskel vor. Bei den Wieder-

käuern und Einhufern (Fig. 519) dagegen ist derselbe in mehrere Einzelmuskeln zerfallen, welche namentlich denjenigen Hautbezirken angehören, welche für den als Fliegenwedel fungirenden Schwanz nicht erreichbar sind.

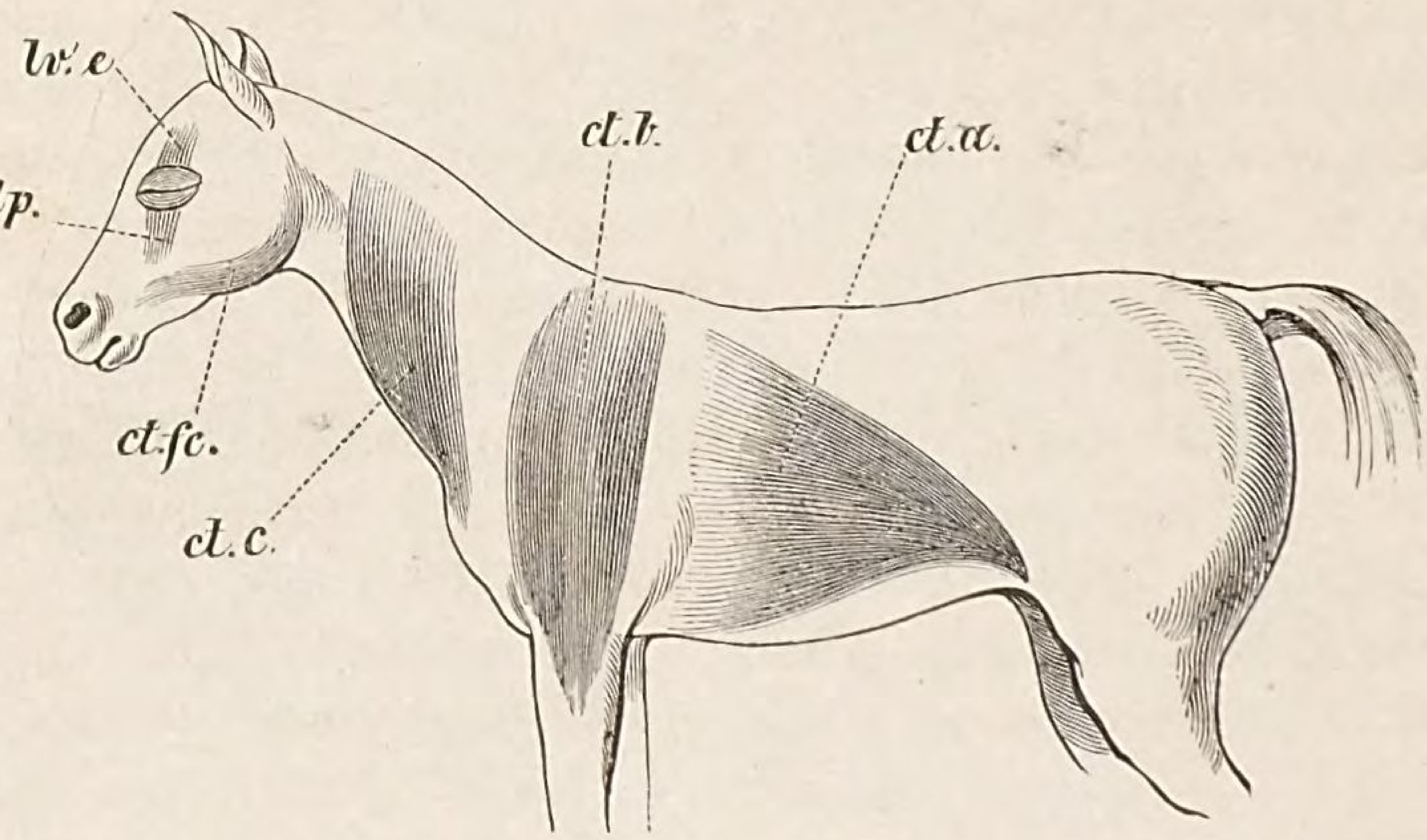


Fig. 519. Hautmuskeln des Pferdes (nach Gurlt). *ct.a* Hautmuskel des Bauches. *ct.b* Schulterhautmuskel. *ct.c* Halshautmuskel. *ct.fc* Antlitzhautmuskel. *lv.c* Aeusserer Heber des oberen Augenlides (*Levator palpebrae superioris externus*). *dp* Depressor palpebrae inferioris.

Bei den höchststehenden Affen (Orang-Utang, Gorilla und Chimpansé) ist der Rumpfhautmuskel, wie beim Menschen, noch weiter zurückgebildet und nur sein Halstheil als Platysma myoïdes übrig geblieben.

Gegenüber der weitgehenden Rückbildung, welche die Hautmuskeln des Rumpfes beim Menschen erfahren, ist doch bemerkenswerth hervorzuheben, dass die Hautmuskeln des Kopfes, besonders des Antlitzes, bei ihm eine Entfaltung erlangten, wie bei keinem Wirbelthier, weil sie neben der Beziehung zu den einzelnen Antlitzfunktionen noch bestimmt sind, in Gemeinschaft mit den Bewegungen der Stirn und des Auges den jeweiligen psychischen Erregungen einen äussern vernehmbaren Ausdruck zu geben, sie gleichsam auf dem Antlitze abzuspiegeln.

Den Thieren dagegen fehlt durchweg dieses eigenthümliche Mienenspiel des Gesichtes, das nur unvollkommen durch struppiges Aufrichten der Haare und Borsten des Nackens und Rückens und das Wedeln des Schwanzes mancher Säugethiere, wie auch durch das Aufstellen der Federn des Kopfes und anderer Körpertheile bei vielen Vögeln, wenn sie in eine psychische Erregung versetzt sind, vertreten wird. Daher dieser Theil der Hautmuskulatur bei keinem Thier den Grad der Ausbildung erlangt, als beim Menschen, wenn auch sonst die übrige Hautmuskulatur eine selbst mächtigere Entwicklung, als bei diesem, erreichte.

Auch bei den Vögeln finden sich zur Bewegung der Federn noch ansehnliche Hautmuskeln vor, so namentlich am hintern Theil des Kopfes,

in der Nackengegend, am Halse, unter der Brust und am Bauche. Kleinere Fascikeln von ihnen gehen zu mehreren (4—5) an die Scheide der Federspulen. Die Ausbreitung der Schwanzfedern der Vögel wird durch Muskeln bewirkt, welche vom Skelet ihren Ursprung nehmen. Die Ausbreitung und Zusammenlegung der Schwungfedern der Flügel dagegen wird nicht direkt durch Hautmuskeln, sondern durch Spannung und Erschlaffung der elastischen Haut und der darunter liegenden Fascie bei der Streckung und Beugung des Ellenbogen- und Handgelenkes bewerkstelligt.

Von den nur wenig zur Ausbildung gekommenen Hautmuskeln der beschuppten Amphibien sei hier nur der kleinen Muskeln der Bauchschuppen der Ophidier noch gedacht, welche theils von der Haut selbst, theils von den Rippen kommend, die Schuppen bewegen und dadurch die Locomotion dieser Thiere wesentlich unterstützen.

Bei den nackten Amphibien trifft man nur noch am Antlitze zur Bewegung der Nasenöffnungen und in der Steissgegend Hautmuskeln an, und bei den Fischen endlich sind sie ganz in Wegfall gekommen; ihre Haut ist unbeweglich um den Körper gespannt.

2. Skeletmuskeln der Wirbelthiere.

α) Allgemeines.

Um die grosse Mannigfaltigkeit der Muskeln bezüglich ihrer Form, ihrer Lage und Verlaufsweise und die Verschiedenheit ihrer Grösse, Länge und Dicke, sowie ihrer Befestigungsweise am Skelet, wie sie solche in einem und demselben Thierkörper darbieten, als auch in den verschiedenen Wirbelthierklassen wahrgenommen werden, zu begreifen, muss man sich Einiges aus der generellen Myologie vergegenwärtigen.

1. Die Muskeln sind meistens zwischen zwei Skeletgliedern ausgespannt, von welchen wenigstens das eine beweglich ist. Durch die Verkürzung des Muskels, d. h. durch die Contraction seiner Fasern, werden seine beiden Enden einander genähert und dadurch die beiden Skeletglieder, an denen sie befestigt sind, einander entgegengeführt. Wenn das eine Skeletglied unbeweglich ist, so wirkt der Muskel nur auf das bewegliche und führt es nach Massgabe der Construktion des Gelenkes, welches beide Skelettheile verbindet, dem beweglichen zu. Welche Bewegung der Muskel im lebenden Körper und in welcher Richtung er sie vollziehe, resultirt daher im Allgemeinen aus seiner Lage und Richtung, die er zu dem beweglichen Theil einnimmt, sowie aus dem Bau des Gelenkes des letztern.

2. Das eine Ende des Muskels, welches am unbeweglichen Theil des Skeletes befestigt ist, stellt seinen Ursprung (*Origo*), das andere seinen Ansatz (*Insertio*) dar. Wo beide Skeletglieder beweglich sind, stellt dasjenige Ende den Ursprung des Muskels dar, welches an demjenigen Skelettheile ansitzt, der unter gewöhnlichen Verhältnissen bei der Wirkung des Muskels unbewegt bleibt (*Punctum fixum*). Hierauf hat man also Rücksicht zu nehmen

wenn es sich darum handelt, festzustellen, für welche Bewegung ein Muskel berechnet sei.

3. Die einen Muskel zusammensetzenden contractilen Fasern sind in der Regel von gleicher Länge und diese derjenigen des Muskels gleich. Wo die Länge der Fasern sehr ungleich zu sein scheint, weil die einen früher endigen als die andern und dadurch letztere über die ersteren oft weit hinausreichen, wird dieses stets dadurch bedingt, dass die Ursprungsfläche nicht eine gleiche Ebene darstellt, vielmehr ein Theil derselben zurücksteht, ein anderer dagegen weiter vorspringt. Die Fasern, welche früher von der Ursprungsfläche abgehen, endigen am Insertionstheil des Muskels auch früher, als die, welche später entspringen. Stellt beispielsweise die Ursprungsfläche einen Kegel dar, so wiederholt auch das von den Enden der Muskelfasern gebildete Muskelende diese Form.

4. Die Kraft, mit welcher ein Skelettheil bewegt wird, steht in gradem Verhältnisse zur Summe der Muskeln, welche die Bewegung bewirken. In gleicher Weise steht die Kraft eines einzelnen Muskels in geradem Verhältnisse zur Summe der contractilen Fasern, aus denen er gebildet ist. Seine Dicke ist das Resultat der Summe seiner Fasern, und die Grösse seines Querschnittes ist bedingt durch die Summe der Querschnitte seiner ihn zusammensetzenden Fasern. Folglich ist die Kraft auch proportional der Grösse seines Querschnittes oder seiner Dicke. Daher da, wo die Bewegung eines bestimmten Körpertheils, z. B. einer Gliedmasse, bei dem einen Thier einen sehr viel grösseren Kraftaufwand erfordert, als bei einem andern, die Muskeln dann auch bedeutend stärker und massiger sind, wie in letzterem Falle. Die ganz ausserordentliche Stärke der Brustmuskulatur bei den Vögeln, gegenüber derjenigen anderer Wirbelthiere, wird hieraus begreiflich. Hiernach hat man auch diejenigen Fälle zu beurtheilen, in welchen Muskeln, die sonst von ansehnlicher Stärke zu sein pflegen, bei einzelnen Thieren schwach sind oder ganz fehlen. Man wird hier stets finden, dass die sonst von ihnen geforderte grössere Leistung nicht mehr nothwendig ist, ein geringeres Mass derselben auch ausreicht oder selbst dieses überflüssig geworden ist.

5. Die Länge der Muskelfasern hat auf die Kraftentwicklung keinen Einfluss, sondern nur auf das Maass der Excursion der Bewegung. Diese ist am Geringsten bei kurzen Muskeln und um so grösser, je länger letztere sind. Daher haben die Muskeln der Gliedmassen eine grössere Länge, als die anderer Körperbezirke, soweit sie Bewegungen ausführen, bei welchen der bewegte Theil eine grosse Exursion macht. Wo bei Thieren diese Verhältnisse der Bewegungen sich ändern, werden auch die Muskeln eine Aenderung erfahren. An der Stelle eines sonst langen Muskels kann dann ein kurzer, und umgekehrt bei einzelnen Thieren angetroffen werden.

Um kurzen Muskeln die Wirkung eines langen und einem langen schmächtigen Muskel die Wirkung eines mehrfach dickeren zu verleihen, wird oft von einem Modus Gebrauch gemacht, der einen kurzen Muskel zu einem langen und einen langen Muskel in eine Anzahl kurzer, die zusammen einen sehr viel dickeren repräsentiren, umwandelt. Die Möglichkeit der Ausführung beruht darauf, dass die Kraft und Dicke eines Muskels durch die Zahl seiner neben einander liegenden contractilen Fasern, die Exursion dagegen durch die Länge der letzteren bedingt ist. Um einem

langen schmächtigen Muskel die Kraft eines vielfach dickeren zu verleihen, wird derselbe der Quere nach mehr oder vielfach sehnig unterbrochen, so dass jeder, zwischen zwei unterbrechenden Sehnen (Zwischensehnen, Inscriptiones tendineae) liegende Abschnitt einen Muskel für sich darstellt, dessen Kraftentwicklung der Zahl seiner Fasern und das Maass seiner Exursion der Länge derselben proportional ist. Die Kraft des ganzen auf diese Weise getheilten Muskels ist gleich der Summe aller in seinem Querschnitt liegenden Fasern, multiplicirt mit der Zahl der Abschnitte, in welche er durch die sehnige Unterbrechungen geschieden ist, so dass sie nicht der Summe der jeweils im Querschnitte liegenden Fasern, sondern der Summe der Querschnitte sämmtlicher Einzelabschnitte des ganzen Muskels proportional ist, somit mit der Zahl der auf solche Weise entstandenen Muskelabtheilungen wächst. Ein solcher Muskel kann noch verhältnissmässig schmächtig sein, und doch eine Kraft entwickeln, welche derjenigen gleich kommt, die sonst nur ein vielfach dickerer zu besitzen pflegt. Wegen seiner geringeren Dicke kann er leicht da Verwendung finden, wo ein dem Maasse seiner Kraftentwicklung entsprechend voluminöserer vielleicht ungeeignet wäre. Er kann zugleich eine ansehnliche Länge erreichen, so dass er auch weit von einander liegende Skelettheile mit einander zu verbinden vermag. Die Exursion des durch ihn bewegten Theils ist demgemäss auch grösser, als diejenige, welche ein Muskel zu bewirken vermag, dessen Fasern nur von der Länge derjenigen sind, welche einem einzelnen Abschnitte angehören. Denn, wie die Kraft eines solchen ganzen Muskels die Kraftsumme der im Querschnitt jenes liegenden Fasern, multiplicirt mit der Zahl seiner Einzelabschnitte, darstellt, so multiplicirt sich auch das Maass der Exursion bei der Bewegung mit der Zahl der letzteren.

Ein allgemein, beim Menschen, wie auch bei den meisten Wirbelthieren, vorkommendes Beispiel dieser Art von Muskeln liefert der Mi. rectus abdominis. Die Seitenmuskulatur der Fische ist nach gleichem Prinzip angelegt, daher auch die enorme Kraftentwicklung derselben begreiflich wird. In einfachster Form kommt dieses Princip bei den Mi. digastrici zur Anwendung.

6. Die Stärke eines Muskels wird nicht immer allein durch das Maass der Kraft bedingt, welches von einer bestimmten Bewegung gefordert wird, sondern kann auch durch die Angriffsweise auf das zu bewegende Skeletglied bedingt sein. Die Skelettheile werden meistens nach Art der Hebel bewegt, daher die Grösse der erforderlichen Kraft von der Lage des Angriffs auf den Hebel mit bedingt ist. Näher beim Stützpunkt muss die Kraft grösser sein, als entfernter von demselben. Muskeln, welche nahe an dem Gelenk ihren Angriff machen, müssen desshalb stärker sein für eine bestimmte Bewegung, als solche, welche entfernter von demselben angreifen. Wo daher ein Muskel, der sonst am Ende des zu bewegenden Skeletgliedes ansitzt, nahe am Gelenk desselben seinen Angriff macht, muss derselbe bedeutend stärker sein, als bei ersterer Insertionsweise, und so auch umgekehrt kann er bedeutend schwächer sein, wenn er, statt in der Nähe des Gelenkes, entfernt davon, am Ende des zu bewegenden Hebels, seinen Ansatz nimmt. Abänderungen, welche die Muskeln bei Thieren in dieser Hinsicht erleiden, können sie in einzelnen Fällen sehr unkenntlich machen.

Gegenüber dem obigen Ausspruche (sub. 5), dass die Länge eines Muskels dem Maasse der Exursion, welche die Bewegung des zu bewegenden

Skelettheiles macht, proportional zu sein pflege, — sei, um Missverständniss zu vermeiden, doch hier hervorgehoben, dass dieses nicht immer sein muss, indem auch kürzere Muskeln unter gewissen Umständen eine grosse Exursion zu bewirken vermögen. Wenn sie nämlich nahe am Gelenke des zu bewegenden Skelettheiles sich ansetzen und dieser als ein einarmiger Hebel in einem Charnier- oder Kugelgelenk um eine Axe bewegt wird, welche quer durch's Gelenk gehend, rechtwinklich sich mit der Längsaxe des zu bewegenden Skeletgliedes schneidet. Durch solche kürzere Muskeln können lange ersetzt werden, nur müssen sie sehr viel dicker sein, d. h. mehr Muskelfasern enthalten. Die Natur macht indess in der Regel da, wo lange Muskeln anwendbar sind, von diesen Gebrauch, weil sie weniger massig sind als die kürzeren und sonach auch weniger belasten. Nur wo diese Belastung weniger in Betracht kommt, können die kurzen Muskeln mehr in Anwendung gezogen werden.

7. Die Insertion eines Muskels ist bedingt durch die Bewegung, auf welche der Muskel berechnet ist, d. h. der Muskel sitzt an demjenigen Skelettheil an, den er bewegen soll. Der Ursprung dagegen richtet sich nach den gegebenen Verhältnissen, denen er sich jeweils anpassen muss, d. h. ein Muskel nimmt ihn stets von demjenigen Skelettheil, der für ihn passend liegt. Verschiebt sich die Lage dieses, so kann ihm auch ein anderer dazu dienen. Wenn es sich also um den Nachweis der Homologie eines Muskels handelt, kann nicht der Ursprung, sondern nur die Insertion massgebend sein.

8. Die meisten Muskeln stehen entweder am einen Ende oder an beiden mit Sehnen in Verbindung, was davon abhängig ist, ob der Skelettheil mit dem der Muskeln in Verbindung treten soll, seiner Befestigung daran genügende Oberfläche bietet oder nicht. In letzterem Falle setzt er sich durch eine Sehne mit denselben in Verbindung, für die auch eine kleinere Befestigungsfläche genügt. Dies kann sich aber ändern, wo die Form- und Grössenverhältnisse der Knochen Abänderung erleiden. Der Muskel kann die ihm sonst zukommende Sehne verlieren und an beiden Enden fleischig mit den Skelettheilen verbunden sein, und umgekehrt können Muskeln, die sonst unmittelbar mit letzteren in Verbindung stehen, in einzelnen Fällen Sehnen erhalten.

Wo ein Muskel seinen Angriff auf einen entfernter liegenden Skelettheil zu machen hat, ohne dass letzterer einer so grossen Exursion seiner Bewegung bedarf, als wie sie ein Muskel veranlassen würde, der von einer solchen Länge wäre, als die Entfernung der beiden Befestigungspunkte dieselbe bedingte, — da trägt er an seinem Insertionsende eine mehr oder weniger lange Sehne, welche ihn bis zum Angriffspunkt verlängert und mit dem entfernter liegenden Skelettheil in Verbindung bringt. Besonders kann dies erforderlich werden, wenn ein Muskel über zwei und mehr Gelenke hinwegzugehen hat, um auf alle diese gleichzeitig seinen Einfluss geltend zu machen. Zugleich wird durch eine solche den Muskel verlängernde Sehne die zu grosse Belastung des entfernteren Skelettheils wesentlich vermindert, was wieder Ersparung von Muskelkraft zur Folge hat. Es wird daher von solcher Einrichtung vorzüglich Gebrauch gemacht: 1) bei den Muskeln, welche die Endglieder der Gliedmassen, die Finger und Zehen zu bewegen haben, und 2) insbesondere an den Muskeln derjenigen Thiere, welche durch die Muskelaction ihren Körper durch die Luft tragen müssen und desshalb jede Verminderung des Körpergewichtes zur Ersparung von Muskelkraft denselben zu Statten kommt.

9. Muskeln, welche Bewegungen nach zwei einander entgegengesetzten Richtungen vermitteln, heissen Antagonisten. Ihre Stärke kann sehr ungleich sein, je nachdem die Bewegung durch die Schwere des zu bewegenden Körpertheils unterstützt oder erschwert wird. Ueberhaupt hängt die Grösse der Kraft, mit welcher eine Bewegung ausgeführt wird, mit davon ab, ob die letztere durch die eigene Schwere des zu tragenden Gliedes noch unterstützt wird, oder umgekehrt durch diese Belastung erschwert wird, indem die Kraft des Muskels auch noch diese zu überwinden hat; daher sind alle Heber von Skelettheilen stärker, als die Herabzieher, die Streckmuskeln des Rückgrates mächtiger, als die Beuger u. dgl. —

β) Von den Skeletmuskeln der Wirbelthiere im Besondern.

a) *Von den Rumpfmuskeln überhaupt und von denen der Säugethiere im Besondern.*

Die Ausbildung der Muskulatur des Rumpfes, wie des Körpers überhaupt, richtet sich im Allgemeinen wesentlich nach der Skeletgrundlage. Daher bei den Säugethieren, deren Rumpfskelet am meisten mit dem des Menschen übereinkommt — die Rumpfmuskeln auch grösstentheils auf diejenigen des Menschen zurückführbar sind. Doch am meisten wird ihre Entwicklung von den Bewegungen beeinflusst, welche sie auszuführen berufen sind. Wo diese sehr einförmig sind, ist die Muskulatur von einfacher und mehr gleichartiger Anordnung, wo sie dagegen eine grössere Mannigfaltigkeit zeigen, tritt an Stelle jener eine, durch Zerfall in eine grössere Zahl verschiedenartiger Einzelmuskeln mehr differenzirte Anordnung auf. Daher bei den Fischen, deren Rumpfbewegungen sehr einförmig sind, wesentlich nur in Seitenbewegungen bestehen, die Rumpfmuskulatur sehr gleichartig ist, während bei den höheren Wirbelthieren, namentlich bei den Säugethieren und dem Menschen, wo die Rumpfbewegungen eine grosse Mannigfaltigkeit entfalten, die Rumpfmuskulatur sich mehr gliedert und in eine grosse Anzahl verschiedenartiger discreter Muskeln sich auflöst, die theils auf die Bewegung der Wirbelsäule und des, dieser aufsitzenden Kopfes, theils auf solche der Wandungen der grossen verceralen Höhlen des Rumpfes, theils auf die Bewegungen der Gliedmassen sich beziehen.

Man kann daher die Muskeln des Rumpfes eintheilen in

1. solche, welche die Wirbelsäule und den dieser aufsitzenden Kopf bewegen — Wirbelmuskeln (*Mi. vertebrales*);
2. solche, welche die Rumpfhöhle umschliessen und einen bewegenden Einfluss auf deren Rauminhalt ausüben — Viscerale Muskeln — und
3. endlich solche, welche vom Rumpfe auf die Gliedmassen übergreifen und zur Bewegung dieser dienen — Gliedermuskeln des Rumpfes. Die Letzteren haben die oberflächlichste Lage am Rumpfe. Ihre

Form, Stärke und Richtung zeigt sich verschieden, da sie theils durch die Kraft, mit welcher die Bewegung erfolgen soll, theils durch die Stellung und Lage bedingt wird, welche die Gliedmasse zum Rumpfe einnimmt. Die für die vorderen Gliedmassen haben vorwiegend transversale Lage, die der hinteren dagegen liegen mehr der Längsaxe des Rumpfes parallel.

Die Muskeln der beiden ersten Abtheilungen, nämlich die Wirbel- und Visceralmuskeln, sind nach Maassgabe der Verschiedenheit der Skeletgrundlage und der Verschiedenheit der Bewegungen, welche die in den Rumpfhöhlen liegenden Organe erfordern, unter sich natürlich sehr verschieden, haben aber doch auch manches Gemeinsame. Für die Bewegungen, welche die Muskeln des Rumpfes bewirken sollen, haben sie einen Zug auszuüben, der theils in der Richtung der Längsaxe des Rumpfes auf die zu bewegenden Theile erfolgt, theils in einer von dieser mehr oder weniger abweichenden schrägen Richtung oder selbst in der Richtung der Queraxe zu erfolgen hat. Daher die Fasern der Muskeln, sowie diese selbst, theils in der Richtung der Längsaxe liegen, theils schräg zu dieser stehen, oder eine quere Lage einnehmen, und dieser gemäss diese Rumpfmuskeln nach Verschiedenheit der Verlaufsrichtung ihrer Fasern in 3 Arten sich unterscheiden lassen, nämlich in

1. grade — Mi. recti — oder Muskeln des Längsfasersystems;
2. schräge — Mi. obliqui — oder Muskeln des Schrägfasersystems;
3. quere — Mi. transversi — oder des Querfasersystems.

Die graden Muskeln sind im Allgemeinen, je nachdem sie an der dorsalen oder ventralen Seite liegen, auf die Streckung oder Beugung des Rumpfes und Verkürzung der Rumpfhöhle in der Richtung ihrer Längsaxe berechnet.

Die Muskeln des Schrägfasersystems vermitteln mehr oder weniger Seitwärtskrümmung oder Drehung und an der Rumpfhöhle Verengerung dieser in der Richtung ihrer schrägen Durchmesser.

Die queren Muskeln endlich sind zur Verengerung der Rumpfhöhle in der Richtung ihrer Queraxe betsimmt.

Der Einfluss, den die verschiedenen Fasersysteme auf die Veränderungen der Raumverhältnisse der Rumpfhöhle, vermöge ihrer Verlaufsrichtung und Lage ausüben können, fällt natürlich da weg, wo die Wandung wegen ihrer Starrheit unbewegbar ist. Daher sie auf die Weiterverhältnisse der Rückgratshöhle keinen Einfluss haben. Nur auf die Visceralhöhle können sie einen solchen geltend machen. Aber auch da wird er wesentlich modificirt, wenn, wie am Thorax dies der Fall ist, knöcherne Skelettheile in die Wandung der Höhle eingelegt sind.

aa) Muskeln der Wirbelsäule (*Mi. vertebrales*).

Sie werden nur vom Längs- und Schrägfasersystem gebildet. Das Querfasersystem ist bei ihnen nicht vertreten, da der Canal der Wirbelsäule, auf den es allein einwirken könnte, keiner Verengerung fähig ist.

Da die Wirbelsäule, mit Ausnahme des Kreuztheils, der unbeweglich ist, nach verschiedenen Richtungen Bewegungen ausführen kann, nämlich ventralwärts oder nach unten (Abwärtsbeugung), nach oben oder dorsalwärts (Streckung), nach einer und der andern Seite (Seitwärtsbeugung) und selbst Drehbewegung um ihre Längsaxe, und in gleichen Richtungen auch der vorn aufsitzende Kopf bewegbar zu sein pflegt, — so kann man ihre Muskeln scheiden: 1) in obere oder dorsale (Rückenmuskeln), welche ihre dorsale Fläche decken; 2) in untere oder ventrale, welche an ihrer ventralen Seite liegen und 3) in laterale, welche ihren seitlichen Umfang einnehmen. Im Allgemeinen kann man als Regel ansehen, dass diese Muskeln die Wirbelsäule nach derjenigen Seite hin bewegen, an welcher sie liegen. Allein im Einzelnen erleidet diese Regel doch manche Abänderung oder Einschränkung, da die Verlaufsrichtung der Fasern, das Zusammenwirken mit den Muskeln der nachbarlichen oder entgegengesetzten Seite, und endlich die Besonderheiten der Verbindungen der Wirbel untereinander ihren modificirenden Einfluss mehr oder weniger zur Geltung bringen. So können Bewegungen der Wirbelsäule nach gewissen Richtungen, z. B. nach der Seite, zu Stande kommen, die weniger durch Muskeln der gleichen Seite, als vielmehr dadurch vollzogen werden, dass dorsale und ventrale Muskeln auf einer Seite sich associren und gleichzeitig mit einander in Action treten.

αα) Dorsale Wirbelmuskeln (*Mi. vertebrales dorsales*).

Sie bedecken die obere (beim Menschen die hintere) Fläche der Wirbelsäule vom Becken bis zum Hinterkopfe. Sie sind theils kurze, tiefliegende, wo sie nur von einem Wirbel zum nächsten, sonach nur über ein Gelenk gehen, theils längere, oberflächlicher gelegene, wo sie über mehrere Wirbel sich ausdehnen, sonach mehrere Gelenke beherrschen (daher auch mehrgelenkige genannt) und entferntere Glieder der Wirbelsäule mit einander verknüpfen.

Je nach ihrer Befestigung zwischen gleichartigen oder ungleichartigen hinter einander liegenden Wirbeltheilen gehören diese Muskeln dem System der Längsfasern oder dem Schrägfasersystem an. Die Befestigung zwischen gleichartigen Theilen der Wirbel bedingt einen mehr oder weniger graden oder der Längsaxe parallelen Verlauf — Mi. vertebrales (dorsales) recti —, dagegen die Verbindung ungleichartiger Wirbeltheile einen zur Längsaxe mehr oder weniger schrägen Faserverlauf — Mi. vertebrales dors. obliqui.

Die Mi. recti scheiden sich, je nachdem sie nur zu gleichen Theilen des nächsten oder aber zu solchem entfernter, vorwärts gelegener Wirbel sich erstrecken, in Mi. recti breves s. intervebrales und in Mi. recti longi. Die erstern, wie die letztern, werden noch weiter nach den Wirbeltheilen benannt, die sie mit einander verbinden. So sind die Mi. recti breves Musculi interspinales, wenn sie zwischen Dornfortsätzen zweier nachbarlicher Wirbel — und Musculi intertransversales, wenn sie zwischen zwei nächststehenden Querfortsätzen ausgespannt sind. In gleicher Weise werden die Mi. recti longi Musculi spinales, wenn die Dornfortsätze — und Mi. transversales, wenn die Querfortsätze, an denen sie befestigt sind, Wirbeln angehören, die mehr oder weniger von einander entfernt liegen.

Die Mi. interspinales zerfallen wieder nach den Regionen der Wirbelsäule in Mi. interspinales, lumbales, dorsales, cervicales et capitis (sonst M. rect. cap. post. min.). Ebenso die Mi. intertransversales in lumbales, dorsales, cervicales et capitis (sonst M. rect. cap. lat.). Auch die Mi. spinales und transversales gliedern sich nach den Abschnitten der Wirbelsäule, die von ihnen bewegt werden sollen.

So zerfallen die Mi. spinales in einen M. spinalis dorsi, spinalis cervicis und spinalis capitis (sonst M. rect. cap. post. mjor.).

Die Mi. transversales setzen den gemeinsamen Rückgratstrecker (*M. extensor dorsi communis s. sacrospinalis*) zusammen, der, von der Rückenseite des Beckens (v. Darm- und Kreuzbein) bis zum Nacken und Hinterkopfe sich erstreckend, in zwei neben einander laufende Portionen, in eine laterale — M. iliocostalis s. sacrolumbalis — und mediane — M. longissimus dorsi — geschieden ist. Jede dieser Portionen gliedert sich auch wieder in mehrere, den zu bewegenden Regionen der Wirbelsäule entsprechende Abtheilungen. So zerfällt der M. iliocostalis in einen Lendentheil (*M. iliocostalis lumborum*), in einen Rückentheil (*M. iliocostalis dorsi*) und einen Halstheil (*M. iliocostalis cervicis*, sonst *M. cervicalis ascendens*). In ähnlicher Weise lassen sich auch am Longissinus dorsi 3 Abschnitte unterscheiden, nämlich ein Rückentheil (*M. longissinius dorsi*), ein Hals- (*Longissinius cervicis*, sonst *M. transversalis cervicis*) und ein Kopftheil (*Longissinius capitis*, sonst *M. trachelomustoïdeus*). — Der Longissinius bildet durch theilweisen Ursprung seines Rückentheils von den Dornfortsätzen der Kreuz- und Lendenwirbel den Uebergang zu den Muskeln der nachfolgenden Gruppe, nämlich zu den Musculi obliqui.

Diese, dem Schrägfasersystem angehörend, sind theils solche, welche von Processus spinosi hinterer Wirbel zu weiter vorwärts liegenden Querfortsätzen oder deren Aequivalenten sich begeben — Mi. obliqui spinosotransversales s. semitransversales —, theils solche, die von hintern Querfortsätzen zu vorwärts gelegenen Dornfortsätzen oder zu, diesen gleichwerthigen Theilen gehen — Mi. transversospinosi s. semispinales. — Zu Ersteren gehören der M. splenius (*colli et capitis*) und der M. obliquus capitis inferior an. Mi. transversospinales sind der M.

semispinalis dorsi et cervicis, der Muttifidus spinae, der M. complexus et biventer und M. obliquus capitis superior.

Die Muskeln des Längsfasersystems (*M. irecti*) sind im Allgemeinen Strecker des Rückgrates und des Kopfes und die dem Schrägfasersystem zugehörigen (*Mi. obliqui*) sind ebenso Seitwärtsbeweger und Dreher. Doch ändert sich der Antheil dieser Muskeln an den verschiedenen Bewegungen, je nachdem nur einseitig oder auf beiden Seiten zugleich sie in Thätigkeit sind. Die Mi. recti können zu Seitwärtsbeweger werden, wenn sie einseitig und die Mi. obliqui zu Strecker werden, wenn sie beiderseits zugleich wirken.

ββ) **Ventrale und seitliche Wirbelmuskeln** (*Musculi vertebrales ventrales et laterales*).

Sie sind theils auch für Seitenbewegungen und Drehung, theils für Beugung bestimmt. Sie zerfallen in solche des Halstheils und solche des Lendentheils der Wirbelsäule und gehören dem Längs- und dem Schrägfasersystem an.

Die des Halstheils zerfallen in tiefe und oberflächlich liegende. Zu letzteren gehören der Kopfnicker (*Nutator capitis s. M. sternomast.*), während die ersteren in seitliche und untere sich scheiden. Jene sind die, die Halswirbel seitlich deckenden Rippenhalter (*Mi. scaleni*), diese dagegen bestehen aus den auf der untern Fläche der Halswirbel liegenden Muskeln, 1) dem M. longus colli, 2) dem M. rect. cap. ant. major und 3) dem M. rect. cap. ant. minor.

Zu dem M. sternomastoïdeus, einem vom Manubrium sterni zum Proc. mastoïdeus gespannten Muskel, gesellt sich noch eine vom Cucullaris sich ablösende Portion (*M. cleidomastoïdeus*), welche vom Schlüsselbein zum Warzenfortsatz sich zieht und mit jenem in so innige Verbindung tritt, dass man beide zusammen als einen Muskel (*Nutator capitis s. M. sterno-cleïdomastoïdeus*) aufzufassen pflegt.

Der Sternomastoïdeus ist bei den Säugethieren, mit vielleicht einziger Ausnahme der Robben (nach Meckel), sonst allgemein vorhanden, wenn auch seine Ausbildung grosse Ungleichheit zeigt. Der M. cleidomastoïdeus ist bei den schlüsselbeinlosen Säugethieren meistens vom vorhergehenden getrennt und mit dem Cucullaris verbunden.

Die Muskeln, welche die Seitenbewegung und Beugung des Lendentheils der Wirbelsäule bewirken, sind der M. quadratus lumborum und die beiden Musculi psoae, major et minor. Die Musculi psoae bewirken in Verbindung mit dem Quadratus lumborum Seitenbewegung, wenn sie einseitig in Contraction treten, Beugung dagegen, wenn die beiderseitigen gleichzeitig wirken.

Bei Thieren, die sich hüpfend oder sprungweise bewegen, wie beim Hasen, der Springmaus, dem Känguruh u. a., sind sie von ausnehmender Stärke. Der Psoas minor zeigt in diesem Falle namentlich eine ansehnliche Ausbildung, so dass er, wie z. B. beim Känguruh, den Psoas major selbst um's Mehrfache an Grösse übertrifft. Der Psoas major ist eigentlich Beuger

des Hüftgelenkes. Er wirkt daher nur dann auf die Wirbelsäule, wenn der Oberschenkel, wie beim Stand auf den Füssen, fixirt bleibt.

Zur Beugung des Lendentheils der Wirbelsäule steht noch in wichtiger Beziehung der grade Bauchmuskel (*M. rectus abdom.*), welcher durch seine Befestigung am Becken und Thorax günstig gelagert ist und durch seinen Bau auch befähigt wird, eine viel grössere Kraft zu entwickeln, als man nach Maassgabe seiner Dicke erwarten möchte.

γγ) Schwanzmuskeln (*Mi. caudales*).

Die Schwanzmuskulatur ist, je nach der Stärke und Verschiedenheit der Richtung, in welcher die Schwanzbewegungen erfolgen, verschieden ausgebildet, und da natürlich verkümmert, wo das Skelet des Schwanztheils der Wirbelsäule einer gänzlichen Rückbildung anheim fiel. Je nachdem die Bewegungen des Schwanzes bloss nach zwei entgegengesetzten Richtungen oder nach verschiedenen ausgeführt werden sollen, zeigt sich auch seine Muskulatur verschieden. Im ersteren Falle liegen seine Muskeln nur an zwei Seiten, im andern dagegen an allen, oben, unten und seitlich.

Gleich wie die Skeletglieder des Schwanzes nur Modificationen der Wirbelsäule darstellen, so sind auch die Schwanzmuskeln nur modificirte Fortsetzungen der Rückgratmuskulatur. Namentlich gehen die obern Schwanzmuskeln aus den Fortsetzungen der dorsalen Rückgratmuskeln hervor und die untern zeigen nur Wiederholungen der obern.

Wo der Schwanz vielseitig bewegt wird, besitzt er obere Muskeln, welche ihn heben oder aufwärts einrollen, untere, welche ihn senken und beugen, und seitliche, die ihn seitwärts bewegen. Von besonderer Stärke sind diese Muskeln da, wo die Schwanzbewegung zur Unterstützung der Ortsbewegung verwendet wird.

Die Ausbildung der Rückgratmuskulatur zeigt mannigfache Verschiedenheiten, je nach der Grösse der Leistung, die ihr übertragen ist. So lässt sich die grosse Stärke der Nackenmuskeln bei Thieren begreifen, bei welchen der Halstheil der Wirbelsäule mit einem grossen Kopfe oder mit, die Schwere dieses vermehrenden, Hörnern u. dgl. belastet ist, oder mit dem Kopfe kraftvolle Bewegungen zum Aufwühlen der Erde, zum Angriff des Feindes u. dgl. m. auszuführen sind. Ja schon die horizontale Lage der Wirbelsäule macht zum Tragen des vorn aufsitzenden Kopfes einen grössern Aufwand von Muskelkraft erforderlich, als bei der aufrechten Stellung, wenn gleich ein Theil dieser Tragkraft den Muskeln zum Theil abgenommen und einem kräftigen elastischen Bande (*Lig. nuchae*) übertragen wurde.

So wird aber auch da, wo die Bewegungen des Rückgrates wenig ausgebildet sind, wie dies der Fall wird, wenn die Locomotion durch den Flug erfolgt, die Rückgratsmuskulatur mehr verkümmert sein, wie man dies bei den Fledermäusen findet, deren Rückenmuskeln auf wenige schwache Bündel reducirt sind.

bb) Viscerale Muskeln des Rumpfes.

Sie bilden und bewegen die Wandung der visceralen Höhle des Rumpfes, sind also solche, deren Thätigkeit auf die Veränderung der Raumverhältnisse der letzteren berechnet sind. Da bei den Säugethieren die Rumpfhöhle, wie beim Menschen, in Brust- und Bauchhöhle geschieden und die Wandung der ersteren von Rippen gestützt ist, zerfallen die Muskeln in solche, welche auf die Bauchwand und in solche, welche auf die Brustwand ihren bewegenden Einfluss geltend machen. Erstere stellen die Bauchmuskeln (*Mi. abdominales*), letztere die Zwischenrippenmuskeln (*Mi. intercostales*) dar, zwischen welchen beiden Abtheilungen der Rumpfhöhle noch der sie von einander scheidende Zwerchmuskel oder das Zwerchfell (*Diaphragma*) liegt.

Die Bauchmuskeln von breiter, platter Gestalt, sind theils vorn, hinten und oben an den im Umfang der Bauchhöhle liegenden Skelettheilen (Thorax, Becken und Lendentheil der Wirbelsäule), theils unten in der Mittellinie des Bauches (*Linea alba*) von beiden Seiten unter einander verbunden. Sie bilden im Ganzen drei Schichten, deren Fasern theils schräge, theils quer, theils in der Längsrichtung verlaufen. Aus dem Schrägfasersystem werden die beiden äussern Schichten, die schrägen Bauchmuskeln (*Mi. obliqui abdominis*), aus dem Querfasersystem die innere Schichte, der quere Bauchmuskel (*M. transversus abdominis*) jederseits gebildet und das Längsfasersystem wird durch den schmalen platten, graden Bauchmuskel (*M. rectus abdominis*) vertreten, der zwischen die sehnigen ventralen Enden der vorhergehenden, neben der unteren Mittellinie, eingelegt ist. Beide Obliqui und der Transversus bilden durch ihren fleischigen Theil hauptsächlich die Seitenwände des Bauches, während ihr sehniger Theil an der untern Bauchwand liegt. Der Faserverlauf des äussern schrägen Bauchmuskels (*M. obliquus externus*) ist von vorn und aussen nach hinten und innen, der des innern (*M. obliquus internus*) von hinten und aussen nach vorn und innen gerichtet. Der Obliquus externus deckt mit seinem vordern Theil die meisten hintern Rippen, von denen er entspringt. Je grösser die Zahl der Rippen überhaupt ist, um so grösser ist auch die Zahl derjenigen, von denen er entspringt. Beim Faulthier ist er an den zwölf hintern Rippen befestigt und beim Schnabelthier geht er sogar von allen Rippen mit Ausnahme der ersten ab.

Die Sehne des Obliquus externus ist bei all' denjenigen Thieren, deren Hoden nie aus der Bauchhöhle treten, in derselben vielmehr Zeitlebens liegen bleiben (Cetaceen, Schnabelthier, Ameisenfresser, Faulthier, Gürtelthier, Hyrax), vom äussern Leistenring nicht durchbrochen.

Der M. rectus ist, soweit er in der Bauchwand liegt, in eine seh-

nige Scheide aufgenommen, welche von den platten Sehnen der drei seitlichen Bauchmuskeln (der beiden Obliqui und des Transversus) gebildet wird. Sein vorderer Theil aber legt sich neben dem Brustbein auf den Brustkorb und reicht hier meistens, namentlich bei den Carnivoren, mehreren Affen, einigen Beutelthieren, Monotremen u. a., bis zum vordern Theil des Sternums und zur vordersten Rippe, so dass er aussen die Brust in ihrer ganzen Länge deckt. Die ihm eigenen Inscriptiones tendineae sind indess nicht bei allen Säugethieren vorhanden. Sie fehlen bei Ateles, dann dem Marder, Igel, Schnabelthier u. a.

Dem M. rectus schliesst sich noch ein kleiner Muskel — M. pyramidalis abdominis, — der gleichsam nur ein abgelöster Theil jenes ist und neben dessen schmalem Beckenende liegt, an, der vom Schoosbein ausgeht und an dem hintern Theil der Linea alba sich befestigt. Bei seiner geringen Länge kann er nur für die Spannung dieser bestimmt sein. Bei Thieren indess, welche, wie die Beutelthiere und Monotremen, auf dem vorderen Beckenrand einen Beutelknochen tragen, von dem er abgeht, kann er eine ganz bedeutende Ausbildung erlangen und fast bis zum Brustbein reichen.

Diese Bauchmuskeln verengern die Bauchhöhle in der Richtung ihres Faserlaufes, also in der Richtung des Längs-, Quer- und Schrägdurchmessers und üben auf die in ihr liegenden Organe mehr oder weniger einen Druck aus, wodurch die Ausleerungen derselben nach aussen nicht unwesentlich gefördert werden. Bemerkenswerth ist das Vorkommen von Ossificationen im tendinösen Theile des Zwerchfells — des sog. Zwerchfellknochens, — namentlich bei einigen Wiederkäuern (Camel, Lama).

Die Muskeln der Brustwand stellen Wiederholungen oder gleichsam Fortsetzungen der verschiedenen Fasersysteme der Bauchwand dar. Am vollständigsten ist das Schrägfasersystem vertreten, das, dem M. obliquus externus und internus entsprechend, auch zwei Schichten bildet, deren Fasern die gleiche Verlaufsrichtung haben, wie dort, aber durch die eingelagerten Rippen knöchern unterbrochen werden und dadurch in so viele Einzelmuskeln — Mi. intercostales — zerfallen, als Zwischenrippenräume vorhanden sind. Die äussere, dem M. obliquus externus homologe Schrägfaserschichte — Mi. intercostales externi — setzt sich auch auf die nachbarlichen Skeletbezirke und auf die Wirbelsäule fort, um theils auch daran für ihre Einwirkung auf die Rippen feste Punkte zu gewinnen, theils aber auch, um umgekehrt sich einen bewegenden Einfluss auf die Wirbelsäule unter gewissen Umständen zu ermöglichen. Die Musculi levatores costarum und die Mi. scaleni, die den Uebergang zu den Wirbelmuskeln bilden, können wohl als ihnen zugehörige Muskeln angesehen werden. Das dem Transversus abdominis entsprechende Querfasersystem ist an der Brustwand nur unvollkommen zur Ausbildung gelangt,

da das Thoraxskelet es ihm unmöglich machte, in der gleichen Weise, als am Bauche seinen verengernden Einfluss auf die Höhle des letzteren zur Geltung zu bringen, und wäre wohl ganz in Wegfall gekommen, wenn es nicht auch, gleich dem Schrägfasersystem, zur Bewegung der Rippen Verwendung gefunden hätte. Es ist durch den an der Innenfläche der Brustwand, neben dem Brustbein liegenden s. g. M. triangularis sterni repräsentirt.

Das Längsfasersystem kam endlich ganz in Wegfall, in so weit nämlich, als es einen bewegenden Factor der Brustwand zu bilden hätte. Die Verlängerung des Rectus abdominis über die Brustwand hinweg bis zum vordern Ende derselben, hat keine Beziehung zu den Bewegungen, welche die Glieder der letzteren ausführen. Nur ausnahmsweise als Muskelanomalie kann ein Rectus sterni vorkommen, der aber auch keinen Einfluss auf die Brustwand ausübt.

Die Wirkung der den Mi. obliqui abdominis homologen Mi. intercostales ist durch die den Lauf ihrer Fasern unterbrechenden Rippen eine andere geworden, als die der schrägen Bauchmuskeln. Sie vermögen, da sie zwischen den Rippen befestigt sind, nur diese zu bewegen. Nach welcher Richtung, ob nach vorn oder nach hinten, — das hängt wesentlich davon ab, nach welcher Richtung dieselben bewegbar sind. Sollen sie nun nur nach einer Richtung bewegt werden, so ist dies unmöglich, wenn sie nach der entgegengesetzten Richtung festgehalten werden. Dies geschieht, indem die erste durch die Scaleni, oder die letzte durch den Quadratus lumborum befestigt wird. Sollen nun die Rippen abdominalwärts bewegt werden, — was Verengerung der Brusthöhle zur Folge hat, — so geschieht dies durch Contraction der Intercostales dann, wenn die letzte Rippe durch den Quadratus lumborum fixirt wird. Sollen sie aber cervicalwärts bewegt werden — was die Brusthöhle erweitert — so geschieht dies durch die gleichen Muskeln, nur muss die letzte Rippe beweglich bleiben und die erste durch die Scaleni festgehalten werden. So wurden diese Muskeln für Bewegungen nach zwei entgegengesetzten Richtungen verwendbar.

An diese Muskeln der Rippen, deren Bewegungen hauptsächlich im Dienste der Athemthätigkeit stehen, muss man noch andere anschliessen, welche einerseits am dorsalen Umfang des Thorax, andererseits an seinem ventralen, aussen auf den Rippen aufliegend, theils oben von der Rückengräte, theils unten vom Schultergürtel ihren Ausgang nehmen und an eine Anzahl von Rippen sich befestigen. Es sind dies der ventralseitig liegende M. pectoralis minor und die dorsalseitig liegenden Mi. serrati postici, anterior (s. superior) und posterior (s. inferior). Letztere gehen von den Dornfortsätzen transversal über den gemeinsamen Rückgratsstrecker zu den Rippen (mit Ausschluss der 2—3 vordersten). Der vordere setzt sich von vorn, der hintere von hinten an die Rippe, so dass ersterer die Rippen zu heben, letzterer dieselben zu senken vermag.

Statt dieser beiden Muskeln, die, wie beim Menschen, auch bei Affen, Wiederkäuern, Einhufern, Fledermäusen u. a. angetroffen werden, findet sich bei den meisten Säugethieren nur ein einfacher Muskel (*M. serratus posticus*) vor, der aber mächtiger zu sein pflegt, als jene beiden zusammen und diese zu vertreten bestimmt zu sein scheint. Bei einzelnen Thieren (Hyrax, Hystrix cristata u. a.) kann dieser zu sehr ansehnlicher Ausbildung gelangen, indem er dann an allen Rippen, mit Ausnahme der 2—3 vordersten, sich ansetzt. Ob dieser Muskel durch Zusammenfliessen der beiden sonst getrennten Serrati postici zu einem Muskel oder durch Wegfall des Serratus post. inferior und überwiegende Verbreiterung des Superior bedingt sei, bleibt zweifelhaft. Aber letztere Annahme hat grössere Wahrscheinlichkeit, weil seine zu den hintersten Rippen gehende Zacken an diese nicht nach Art derjenigen des Serrat. post. inf., nämlich von hinten, sondern von vorn, also nach Art des sonstigen Serratus post. superior, sich ansetzen, er also in seiner ganzen Ausdehnung, gleich dem letzteren, Hebung der Rippen bewirkt.

Der M. pectoralis minor und diese Serrati postici sind indess keine typischen Visceralmuskeln, sondern aus Ablösungen tieferer Schichten des Pectoralis major und Latissimus dorsi hervorgegangen. Beim Pectoralis minor ist dies wohl unzweifelhaft. Daher auch bei den Thieren, die einen solchen besitzen, er nicht, wie beim Menschen, am Schulterhaken, sondern, gleich dem Pectoralis major, am Oberarm sich zu befestigen pflegt.

cc) Viscerale Muskeln des Halses.

An die visceralen Muskeln der Wände der Bauch- und Brusthöhle schliessen sich noch Muskeln an, die, wenn sie auch nicht, wie jene, Höhlenwände bilden, so doch auf Eingeweide einen gewissen bewegenden Einfluss ausüben und sonach in die gleiche Categorie gehören. Es sind dies die visceralen Muskeln des Halses, welche durch ihre Bewegungen zu den Eingeweiden des Halses in näherer Beziehung stehen. Man kann sie in Mi. thoraco-hyoïdei und cephalo-hyoïdei scheiden. Erstere gehen vom Brustbein und der ersten Rippe oder selbst auch von dem nachbarlichen Schulterhaken zum Zungenbein; letztere kommen vom Unterkiefer und dem Griffelfortsatze. Jene sind die Mi. sterno-hyoïdei, Mi. sterno-thyroïdei, in Verbindung mit den thyreo-hyoïdei, und die Mi. omo-hyoïdei, — diese dagegen die Mi. genio-hyoïdei, mylo-hyoïdei und stylo-hyoïdei.

Die Mi. sterno-hyoïdei und sterno-thyroïdei mit den thyreo-hyoïdei, sowie die genio-hyoïdei können als Wiederholungen der Muskeln des Längsfasersystems der Visceralwände, des Rectus abdominis, angesehen werden, was daraus namentlich hervorgeht, dass bei niedern Wirbelthieren, bei denen kein ventraler Thoraxschluss besteht, oder das Brustbein, das

auch bei mangelnden oder verkümmerten Rippen vorhanden sein kann, — schwach entwickelt ist, die Mi. recti abdominis vom Becken bis zum Zungenbein, ja selbst bis zum Unterkiefer sich ausdehnen.

Der M. omo-hyoïdeus der hintern Muskelgruppe des Zungenbeins und der Mylo- und Stylohyoïdeus der vorderen Gruppe scheinen dem Schrägfasersystem eingereiht werden zu dürfen. Bemerkenswerth ist, dass bei den Delphinen und wahrscheinlich bei allen Cetaceen noch ein M. occipito-thyreoïdeus vorkommt, welcher durch Hebung des Kehlkopfes dessen schnabelförmige Verlängerung tiefer in die hintere Nasenöffnung eintreten lässt.

b) *Rumpfmuskeln der Vögel.*

Da bei den Vögeln die Bewegungen doch im Ganzen viel gleichartiger erfolgen, als bei den Säugethieren, zeigt auch die Muskulatur nicht die grosse Mannichfaltigkeit in der Anordnung, als bei diesen; es macht sich viel mehr Beständigkeit bemerklich. Nur wenige Vögel, wie namentlich die nicht fliegenden straussartigen und besonders die Pinguinen zeigen auffälligere Abweichungen von dem allgemeinen Typus.

aa) Muskeln der Wirbelsäule.

Da bei den Vögeln nur der Hals- und Schwanztheil beweglich ist, der Brusttheil nur wenig und der Lendentheil, der in's Becken aufgegangen, ganz unbeweglich ist, so findet sich nur für beide erstere bewegliche Abtheilungen eine besondere Muskulatur vor, während die Muskeln für die andere Abtheilung entweder ganz fehlen, oder so verkümmert sind, dass man von ihrer Erörterung ganz absehen kann.

Die Muskeln des Halses lassen sich im Ganzen auf diejenigen des Halstheiles der Wirbelsäule der Säugethiere und des Menschen zurückführen. Die Muskulatur ist indess hier sehr gegliedert wegen der mannigfaltigen Bewegungen, welche der Hals und Kopf auszuführen fähig ist. Aber die Muskeln sind schwächlich und gracil, da die Bewegungen keinen grossen Kraftaufwand erfordern, was den Vögeln auch wieder insoweit sehr zu statten kommt, als dadurch der Hals nicht sehr belastet wird. Wo die Bewegungen kraftvoll werden, können einzelne Muskeln eine grössere Ausbildung erlangen, wie z. B. der Longus colli bei Taucher- und andern Vögeln. Bei den Pinguinen sind die Halsmuskeln der verticalen Stellung des Rumpfes und der ansehnlichen Grösse des Kopfes wegen verhältnissmässig ansehnlicher, als bei andern Vögeln.

Die Schwanzmuskeln liegen theils auf dessen dorsaler Fläche, theils an der untern, theils seitlich. Ihren Ursprung nehmen sie von den Skelettheilen des Beckens und setzen sich theils an die Schwanzwirbel, theils an

die von ihnen getragenen Steuerfedern an. Je nach ihrer Lage und Richtung richten sie den Schwanz auf, senken ihn oder bewegen denselben seitwärts. Die letzteren sind zahlreicher, als die ersteren. Einer von den Seitenmuskeln, der vom Schoosbein zur äussersten der auf dem letzten Schwanzwirbel aufsitzenden Steuerfedern sich begibt und diese nach der Seite bewegt, ist es vorzüglich, der in Verbindung mit dem gleichen der andern Seite das fächerförmige Ausbreiten der Federn des Schwanzes beim Pfau, Puter, Fasan u. a. bewirkt.

bb) Viscerale Rumpfmuskeln der Vögel.

Die Bauchmuskeln, schwächer ausgebildet, kommen zwar im Allgemeinen bezüglich ihrer Anordnung mit denen der Säugethiere überein. Allein sie sind wegen der Grösse des Brustbeins von geringerer Ausdehnung. Auch ist ihre Entwicklung schwächlicher und können einzelne selbst ganz in Wegfall kommen. So fehlen ziemlich allgemein, mit Ausnahme der Struthionen, die Mi. pyramidales; den Raben fehlt der Transversus und dem Strauss der Obliquus internus. Nur der Obliquus externus und Rectus scheinen ganz beständig zu sein. Der letztere ist bisweilen nicht an das Schoosbein befestigt, sondern fliesst mit dem Schliessmuskel der Cloake zusammen. Dem Rectus fehlen die Inscriptiones tendineae, was indess nicht auffallen kann, wenn man erwägt, dass bei der Unbeugsamkeit des Brust- und Lendentheils der Wirbelsäule er nicht in ähnlicher Weise, als bei den Säugethieren, auf die Beugung der Wirbelsäule einzuwirken braucht, also auch nicht der Mittel bedarf, wodurch seine Wirkung erhöht wird.

Die Muskeln der Brustwand kommen auch im Allgemeinen mit denen der Säugethiere überein. Wie bei diesen, sind es auch hier hauptsächlich Mi. intercostales externi et interni, welche die Rippenbewegungen vermitteln. An sie schliessen sich auch noch Levatores costarum, von denen der zur vordersten Rippe gehende am stärksten zu sein pflegt. Auch ein Scalenus ist vorhanden; dagegen pflegen die übrigen Visceralmuskeln der Brust allgemein zu fehlen. Auch das Zwerchfell ist verkümmert, grösstentheils sehnig, und besitzt nur einige von den Rippen kommende fleischige Ursprünge, welche nicht in der Mittellinie sich vereinigen. Seine sehnige Ausbreitung schlägt sich über die abdominale Fläche der Lunge, ohne jedoch ein queres Septum zwischen Brust und Bauch zu bilden.

Nur bei Apterix hat das Zwerchfell noch Aehnlichkeit mit dem der Säugethiere, indem es die Lungen von den Bauchorganen scheidet, jedoch das Herz noch durch eine Apertur in die Bauchhöhle, zwischen die Leberlappen, hineinragen lässt.

Die visceralen Muskeln des Halses sind theils Heber des Kehlkopfes und der Luftröhre (*Mi. hyotrachealis*, *hyothyreoïdeus* und *thyreotrachealis*), — theils Herabzieher dieser Theile (*Mi. sterno-trachealis* und *furculo-trachealis*). Letztere stehen namentlich zur Stimmfunction des unteren Kehlkopfes in nähere Beziehung (vergl. S. 236).

c) *Rumpfmuskeln der Amphibien.*

Die Muskeln, welche zur Bewegung der Wirbelsäule dienen — Wirbelmuskeln — lassen bei den beschuppten Amphibien, namentlich bei den Sauriern und Krokodilen, noch mehr oder weniger die Anordnung durchblicken, die ihnen bei den höheren Thieren zu Grunde liegt, obschon wegen der einförmigeren Bewegungen manche nicht unbeträchtliche Reductionen eingetreten sind und grössere Vereinfachung Platz gegriffen hat.

Die dorsale Muskulatur der Wirbelsäule lässt noch die Gliederung in Sacrospinalis, Spinalis, Semispinalis, Multifidus etc. erkennen. Auch Musculi interspinales, intertransversales, sowie hintere kleine Kopfmuskeln (*Recti et Obliqui cap. postici*) finden sich vor. In gleicher Weise lassen sich auch untere und seitliche Muskeln der Wirbelsäule, Mi. recti antici, Longus colli, Scaleni, Psoas und Quadratus lumborum der höheren Wirbelthiere mehr oder weniger auch hier wieder nachweisen. Nur zeigen die Muskeln der Wirbelsäule, besonders die Rückenmuskeln, häufig sehnige Unterbrechungen, was aber auch zugleich auf grössere Kraft hinweist, mit welcher die Bewegungen ausgeführt werden. Namentlich findet man diese Anordnung an den Muskeln des Schwanzes, wo die Zahl der unterbrechenden Sehnenblätter der Zahl der Schwanzwirbel gleichkommt und die Fasern der zwischen jenen liegenden Muskelsegmente gerade, in der Richtung der Längsaxe, laufen, die tieferen zwischen gleichen Wirbeltheilen befestigt sind, die oberflächlichen von einem Sehnenblatt zum andern sich spannen. Da die Bewegungen des Schwanzes hauptsächlich oder ausschliesslich seitwärts stattfinden, liegen diese Muskelmassen auch vorzüglich zu beiden Seiten. Ueberhaupt richtet sich, wie anderwärts, so auch hier die Ausbildung der Muskulatur nach dem Skelet, nach der Construction seiner Gelenke und der durch sie bedingten Beweglichkeit.

Wo die Skelettheile derart angeordnet und ihre Gelenkverbindungen so eingerichtet sind, dass Bewegungen nach einzelnen Richtungen erschwert oder gar verhindert sind, fehlen natürlich auch die Muskeln, welche solche vermitteln sollten, oder sie sind sehr verkümmert. So ist bei den Schlangen, in Folge der Anordnung der Wirbelgelenke (vergl. S. 345), die Dorsalbeugung der Wirbelsäule nahezu ganz verhindert, dagegen um so freier die Seitenkrümmung gestattet. Daher die seitwärts bewegende Muskulatur auch vornehmlich stark ist und die dorsale hauptsächlich nur zum Dienste bei den Seitenbewegungen verwendet wird. In gleicher Weise verhält es sich beim Krokodil, dessen Hals in Folge der Form und Verbindungsweise seiner Hals-

wirbel nur sehr wenig nach der Seite bewegbar ist, in Folge dessen die dorsale Halsmuskulatur bedeutender über die seitliche prävalirt und letztere für die Unterstützung der übrigen Bewegungen verwendet wird.

Wo Bewegungen in Folge der Verwachsung der Skelettheile absolut unmöglich werden, fallen natürlich die sonst sie bewegenden Muskeln ganz weg. Daher bei Cheloniern nur der Hals und Schwanz mit kräftiger Muskulatur ausgerüstet sind, während die für den übrigen Theil des Rückgrates mangeln.

Die visceralen Muskeln der Amphibien zeigen eine sehr verschiedene Ausbildung, was theils von der Entwicklung der die Rumpfhöhle umlagernden Skelettheile, theils von der Bewegungsweise des Rumpfes und seiner Glieder bedingt wird. Bei den Schlangen, bei denen sie an der ventralen und Seitenbeugung grossen Antheil nehmen, sind sie von ganz besonders mächtiger Ausbildung und in eine grössere Anzahl von Schichten zerfallend.

Die Bauchmuskeln decken bei rippenlosen Thieren auch einen grossen Theil der Brust. Die den einzelnen Seitenbauchmuskeln entsprechenden lassen sich mehr oder weniger deutlich als die rein typischen Mi. obliquus externus, internus und transversus noch unterscheiden, zeigen aber manche Abänderungen, wie Vermehrung der Muskelschichten und Auftreten von Inscriptiones tendineae; erstere findet man namentlich bei den Sauriern und Ophidiern. Bei den Cheloniern und den nackten Amphibien hingegen pflegen sie schwächlich zu sein, ja es kann selbst der eine oder der andere der Obliqui fehlen. Der Transversus und Rectus abdominis ist meistens vorhanden. Nur fehlt der erstere den Schlangen und letzterer den Cheloniern. Der Rectus ist gewöhnlich mit Inscriptiones tendineae versehen, die bei einzelnen Thieren (Krokodil) verknöchern können und dann die sog. Bauchrippen darstellen. Es ist aber unrichtig, die Recti desshalb den Mi. intercostales homolog zu halten, wie dies von einigen Zootomen geschieht. Die Letztern stellen nicht den Brusttheil der Recti, sondern den der Obliqui abdominis dar.

Wo das Thoraxgerüst fehlt, oder das Brustbein nur schwach entwickelt ist (Salamandrinen), dehnen sich die Mi. recti auch über die Brust bis zum Zungenbein und selbst bis zum Unterkiefer aus und vertreten dann die visceralen Muskeln des Halses (Mi. sternothyoïdei, sternothyreoïdei mit den thyreohyoïdei und geniohyoïdei). Die Mi. intercostales verhalten sich im Allgemeinen wie bei den höheren Thieren; sie sind die durch Rippen unterbrochenen Brustabschnitte der Mi. obliqui. Wo sie, wie dies bei den rippenlosen Amphibien der Fall ist, fehlen, da wird die Brust von Bauchmuskeln umgeben.

Ein Zwerchfell fehlt entweder ganz oder sind nur schwache Reste von demselben noch vorhanden, da Brust- und Bauchhöhle nicht von ein-

ander geschieden sind. Am deutlichsten finden sich solche bei den Cheloniern noch vor, wo sie in einer Muskelschichte bestehen, die von Wirbelkörpern und den rippenartigen Querfortsätzen entspringen und sich an die Lungen und an das die letztern umschliessende Bauchfell anlegen. Bei Pipa findet sich ein ähnlicher Muskel vor und bei den übrigen nackten Amphibien bestehen die Zwerchfellreste in Muskelbündeln, welche die Speiseröhre umfassen.

d) *Rumpfmuskeln der Fische.*

Da die Rumpfbewegungen der Fische, wenngleich sie äusserst kraftvoll vollzogen werden, doch die grösste Einförmigkeit zeigen, indem sie nur in Seitenkrümmungen, Seitwärtsbeugung bestehen, — so ist auch die Rumpfmuskulatur derselben zu einem solchen Grade von Einfachheit und Gleichartigkeit herabgesunken, dass sämmtliche, bei den höheren Thieren so different zu einander sich verhaltende Muskelgruppen der verschiedenen Rumpfbezirke, jederseits zu einer gemeinsamen Muskelmasse gleichsam zusammenfliessend, in einen gemeinsamen Muskel aufgingen.

Diese, die ganze Seite des Rumpfes, vom Schwanze bis zum Kopfe einnehmende Muskelmasse, die s. g. Seitenmuskeln (*Mi. laterales*) — bedecken ebensowohl die Wirbelsäule, als auch die Wandung der Rumpfhöhle, sind von ansehnlicher Stärke und bestehen in ihrer ganzen Dicke sehr gleichartig nur aus geraden, der Längsaxe parallel laufenden Fasern, die in mächtigen Lagen über einander geschichtet sind, aber nicht ununterbrochen vom hintern bis zum vorderen Rumpfende sich erstrecken, sondern durch quere Sehnenblätter, gleichsam Zwischensehnen, — die senkrecht auf den Wirbeln und Rippen aufsitzen, mit den Flächen vor- und rückwärts sehen, — in Segmente geschieden sind, deren Zahl derjenigen der Segmente der Wirbelsäule entspricht. Die parallelen Fasern dieser gleichartigen Muskelsegmente sind jeweils an den einander zugewandten Flächen zweier solcher Sehnenblätter befestigt, haben also an dem einen ihren Ursprung, am andern ihren Ansatz, so dass jeder derartige Muskelabschnitt in so weit einen Muskel für sich darstellt, als derselbe ebensowohl, wie jeder andere discrete Körpermuskel, unabhängig von den andern seine besondere Innervation erhält. Die ganze Summe dieser queren Muskelsegmente, in welche jeder der beiden Seitenmuskeln vom Schwanze bis zum Kopfe zerfällt, repräsentirt also ebenso viele Einzelmuskeln. Daraus wird die grosse Kraftentwicklung begreiflich, mit welcher die Fische ihre Seitenbewegungen vollziehen.

Wenn nun auch, dem Vorstehenden zu Folge, im Allgemeinen die Scheidung von vertebralen und visceralen Muskeln des Rumpfes bei den Fischen sich verwischt hat, so ist doch eine Spur davon in soweit

noch übrig geblieben, als jeder Seitenmuskel noch bei den meisten, namentlich Knochenfischen, in eine dorsale und ventrale Hälfte mehr oder weniger deutlich, oft sogar durch eine Faserplatte, die in der Ebene der Längsaxe der Wirbelsäule liegt, geschieden sich zeigt. Die dorsale Abtheilung vertritt die Stelle der dorsalen Wirbelmuskeln, die ventrale die der visceralen Rumpfmuskeln. Den Intercostalmuskeln sind die tiefsten, zwischen den Rippen liegenden Schichten der ventralen Abtheilung der Seitenmuskeln noch vergleichbar. Eine weitergehende Vergleichung mit der Visceralmuskulatur der höheren Thiere ist jedoch nicht möglich. Nur in einem Falle, nämlich bei den Myxinoïden, hat sich der Charakter der Visceralmuskulatur jener noch erhalten, indem der ventrale Theil des Seitenmuskels bei diesen nicht zur Ausbildung gelangte, vielmehr die Rumpfhöhle noch von den gleichen Muskeln (Mi. obliqui et recti) umschlossen sich zeigt, wie bei den Thieren der vorangehenden höheren Klassen.

Von zwerchfellartigen Muskeln im Innern der Rumpfhöhle, wovon bei den Amphibien noch mehr oder weniger Reste sich vorfanden, fehlen, vielleicht mit Ausnahme der Dipnoï, bei den Fischen auch alle Spuren, was verständlich wird, wenn man erwägt, dass das Zwerchfell nur zur Luftathmung in Beziehung steht und seine Anwesenheit und Entwicklung durch die Anwesenheit der Lungen und die Entwicklung ihrer Thätigkeit bedingt wird.

γ) Muskulatur der Gliedmassen der Wirbelthiere.

Wie das Skelet der vordern und hintern Gliedmassen sowohl desselben Thieres, als auch verschiedener Wirbelthiere, nach einem gemeinsamen Grundplane angelegt sich zeigte, so lässt sich auch bei der sie bewegenden Muskulatur ein solcher erkennen, der allerdings durch die Verschiedenheit der Bewegungsweise und die mannigfaltigen Modificationen derselben so vielfach abgeändert wird, dass es oft schwer, ja bisweilen selbst ganz unmöglich ist, zu erkennen, welche der Muskeln der vordern oder hintern Gliedmassen desselben Thieres und welche der Thiere verschiedener Gattungen, Ordnungen und Klassen als einander entsprechende zu betrachten seien. Die grosse Freiheit oder Beschränkung gewisser Bewegungen, die Ausbildung oder Verkümmerung der Gelenke, die Gebrauchsweise der Gliedmassen zur Locomotion oder auch zum Ergreifen u. dergl., die Bewegung auf fester Unterlage, wie auf dem Boden oder auf Bäumen, schnelle hüpfende, sprungweise oder träge erfolgende Bewegungen, das Schwimmen im Wasser, die Flugbewegung durch die Luft u. dergl. m. üben einen ebenso modificirenden Einfluss auf die Anordnung der Muskulatur aus, als sie solchen auch auf die Gestaltung der Skeletgrundlage der Gliedmassen geltend machten.

Die Muskeln, welche die Bewegungen der Gliedmassen vermitteln, durch welche diese zu der Dienstleistung befähigt werden, wofür sie berechnet sind, kann man zerfällen: 1) in solche für die Bewegungen der Gliedmassengürtel, 2) in solche für die Bewegungen des Oberarms und Oberschenkels im Schulter- und Hüftgelenk, 3) in die für die Bewegungen des Vorderarms und Unterschenkels, im Ellenbogen- und Kniegelenk, 4) in solche, welche die Drehbewegungen der letztern Abschnitte, 5) in Muskeln, welche die Bewegungen der Hand und des Fusses im Hand- und Fussgelenk und in dem Carpal- und Tarsalgelenke vermitteln, und endlich 6) in Beweger der Finger und Zehen.

Die Muskeln der Gliedmassengürtel sind nur am Schultergürtel vertreten, da der Beckengürtel unbeweglich mit der Wirbelsäule verbunden zu sein pflegt, und bestehen theils aus solchen, welche von der dorsalen, theils aus solchen, welche von der ventralen Fläche des Rumpfes zum Schultergürtel treten. Sie vermögen, zusammen wirkend, den letzteren zu fixiren, einzeln aber in Thätigkeit tretend, ziehen sie die Glieder des Schultergürtels nach der Seite hin, von welcher sie ihren Angriff machen, insbesondere nach vorn und nach hinten. Zu ihnen gehören der M. cucullaris, der M. cleidomastoïdeus, die M. rhomboïdei, der Levator scapulae, Subclavius, Serratus anticus major und Pectoralis minor. Die beiden letzteren stehen, vermöge ihrer Rippenursprünge, auch mit der Bewegung der Brustwand in Beziehung, auf die sie einwirken, wenn das Schulterblatt durch die Muskeln, welche von entgegengesetzter Seite angreifen, fixirt wird. Sie bilden daher den Uebergang der visceralen Muskeln des Rumpfes zu den Gliedermuskeln desselben.

Wie Schulter- und Hüftgelenk einander ähnlich sind, so gleichen sich auch die Bewegungen derselben. Beide vermitteln Vor- und Rückwärtsbewegung der Gliedmasse, Bewegungen, wodurch die beiderseitigen Gliedmassen gegen einander geführt oder von einander entfernt werden, und endlich Rollbewegung um die Längsaxe der Gliedmasse. Allein die Muskeln, welche diese Bewegungen ausführen, haben, wenn auch gewisse Aehnlichkeiten nicht zu verkennen sind, doch in Folge der veränderten Verhältnisse der Skeletgrundlage, der veränderten Leistungen der Gelenke und der Gliedmassen überhaupt, so wenig Uebereinstimmung mit einander, vielmehr so weit gehende Modificationen erfahren, dass eine Vergleichung mit Sicherheit nicht durchführbar ist.

Die Muskeln, welche am Schultergelenke vorwärts bewegen (Deltoïdeus, Coracobrachialis), sind zugleich Heber des Arms, und diejenigen, welche rückwärts bewegen (Pectoralis major, Latissimus dorsi), sind Herabzieher oder Beuger. Die Muskeln dagegen, welche am

Hüftgelenke Heber des Beins sind (*Mi. glutæi*) bewegen die Gliedmasse nicht nach vorn, sondern nach hinten, und die, welche den Schenkel vorwärts bewegen (Psoas major [bisweilen auch der minor] und Iliacus internus) sind Beuger. Die nach gleicher Richtung bewegenden Muskeln verhalten sich demnach an beiden Gliedmassen ganz verschieden.

In ähnlicher Weise steht es mit den Muskeln für die übrigen Bewegungen dieser Gelenke. Die Bewegung des Armes in ventraler Richtung und gegen den anderseitigen wird durch den Pectoralis major, in entgegengesetzter dorsaler Richtung durch den Latissimus dorsi vollzogen. Die Bewegung der Beine gegen einander wird durch die Adductoren mit dem Pectineus vermittelt, während für die Abduction besondere Muskeln nicht vorhanden sind, oder dieselben durch den Tensor fasciae femoris (ein abgelöster Theil des Glutæus maximus) vermittelt wird. Also auch wieder Anordnungen, die nicht einmal eine entfernte Aehnlichkeit zwischen den Muskeln beider Gliedmassen erkennen lassen. Mehr noch gleichen sich die Rollmuskeln beider (am Schultergelenk der Subscapularis, Teres major, Supraspinatus, Infraspinatus nnd Teres minor; am Hüftgelenk der Pyriformis, Obturator internus mit den Gemelli, Obturator externus und Quadratus femoris) in so weit einander, als sie sich an beiden Gliedmassen in einer zur Längsaxe derselben mehr oder weniger rechtwinklichen Stellung befinden. Bezüglich des Ursprungs zerfallen die Muskeln des Schultergelenkes in solche, welche von der ventralen und dorsalen Seite des Rumpfes, und in solche, welche vom Schultergürtel entspringen, während die des Hüftgelenkes nur vom Beckengürtel ihren Ausgang nehmen.

Mehr Anhaltspunkte der Vergleichung gewähren die Muskeln, welche Ellenbogen- und Kniegelenk bewegen. Sie bestehen an beiden aus Beugern und Streckern. Die Beuger des Ellenbogengelenkes kommen theils vom Schultergürtel (*Biceps humeri*), theils vom Oberarmbein (*Brachialis internus*), um sich, wie dies von jenem geschieht, am Radius — Flexor cubiti radialis — oder wie bei diesem es der Fall ist, an der Ulna — Flexor cubiti ulnaris — zu befestigen. Die Beuger des Kniegelenkes haben damit Aehnlichkeit insofern, als sie auch in lange, welche vom Beckengürtel (Semitendinosus, Semimembranosus und Caput longum bicipitis femoris), und kurze, die vom Oberschenkelbein kommen (Caput breve bicipitis) und ebenfalls nach ihrem Ansatz theils an die Fibula in einen Flexor genu fibularis (*Biceps femoris*), theils an die Tibia in Flexores genu tibiales (*Semitendinosus*, *Semimembranosus*) sich trennen lassen.

Auch die Strecker des Ellenbogens und Kniees zeigen Aehnlichkeit mit einander, die selbst vollständiger ist, als bei den Beugern.

Der Strecker des Vorderarmes (*Extensor antibrachii s. Triceps*) bezieht einestheils seinen Ursprung (Caput longum) vom Schultergürtel, anderntheils zwei andere (Caput externum et internum) vom Oberarmbein und setzt sich mit gemeinsamer Sehne an den Hauptknochen des Vorderarms (*Olecranon ulnae*) an. Der entsprechende Muskel des Schenkels ist der Extensor triceps genu, welcher mit einem Theil (Caput longum s. Rectus femoris) vom Beckengürtel, mit zwei andern (Caput externum s. Vastus externus und Caput internum s. Vastus internus) vom Oberschenkelbein entspringt und mit gemeinsamer Sehne an den Hauptknochen des Unterschenkels (*Tuberositas tibiae*) sich inserirt.

Albrecht (Beitrag zur Torsionstheorie u. s. w., Kiel 1875, S. 33) sucht bei der Begründung seiner Theorie der radio-præaxialen Verschiebung der Vorderarmknochen darzulegen, dass an dem Ellenbogen- und Kniegelenk nicht die Beuger des einen den Beugern des andern, — und ebenso die Strecker hier den Streckern dort entsprächen, sondern die Beuger des Ellenbogens (*Biceps et Brachialis internus*) dem gemeinsamen Kniestrecker mit dem Sartorius — und ebenso die Kniebeuger (*Biceps, Semitendinosus et Semimembranosus*) dem gemeinsamen Ellenbogenstrecker homolog seien. Allein nicht im Einklang mit den Erfordernissen der Homologie bleibt immerhin auch noch nach der radio-præaxialen Rückverschiebung, dass Beug- und Streckseite des Ellenbogens durch die letztere nicht in die am Knie bestehende Lage restituirt werden, sonach auch die Insertionen derjenigen Muskeln, die als homologe angesehen werden, nach vollzogener Rückenverschiebung demnach nicht an homologe Gelenkseiten zu liegen kommen.

Die Muskulatur für die Drehbewegungen des Radius und der Hand, aus den Pronatoren und Supinatoren bestehend, ist am Unterschenkel durch den Wegfall der Drehgelenke zwischen den Knochen desselben bis auf den, dem Pronator teres homologen M. popliteus, einer gänzlichen Reduction anheimgefallen und letzterer wäre auch noch in Wegfall gekommen, wenn nicht der Unterschenkel im Kniegelenke noch eine, der Pronation entsprechende, schwache Drehbewegung vollführte.

Die Muskeln zur Bewegung der Hand und des Fusses und diejenigen für die Bewegungen der Finger und Zehen (Beugung, Streckung und Lateralbewegung) sind an beiderlei Gliedmassen derart angeordnet, dass ihre Homologie auch nicht der mindesten Schwierigkeit und keinem Zweifel unterliegt.

Die Hand hat zur Vollführung ihrer Streckung den Extensor manus (s. carpi) ulnaris und radialis (welch' letzterer durch Spaltung meistens zu einem Doppelmuskel wird), welchen am Fuss ein Extensor pedis fibularis (*Peronæus parvus*) und tibialis (*Tibialis anticus*) entsprechen. Die Beugung der Hand wird von drei Flexores manus (s. carpi), einem Flexor manus ulnaris, radialis und medius (*Palmaris longus*) vollzogen, welchen am Fusse ein Flexor pedis fibularis (*M. peronæus*)

— durch Spaltung meistens in einen Doppelmuskel, Peronæus longus und brevis, geschieden — einem Flexor pedis tibialis (*Tibialis posticus)* und Flexor medius (*Plantaris*) entspricht. Nur erhält der Unterschenkel zur Verstärkung der Beugung des Fusses (gewöhnlich Streckung desselben genannt) zu den typischen Beugern noch einen sehr starken accessorischen, den M. triceps surae (*Gastrocnemius* u. *Soleus*) mit Ansatz einer starken gemeinsamen Sehne (*Tendo Achillis*) am Fersenbein, für welchen am Vorderarm kein Homologon sich befindet.

Die Muskeln für die Fingerstreckung sind 1) der Extensor digitor communis und 2) die besonders kurzen Fingerstrecker: a) des Daumens (*Extensores pollicis long. et brev.*), b) des Zeigfingers (*Extensor indicis propr.*) und c) des kleinen Fingers (*Extensor digiti minimi propr.*). Dem gemeinsamen Fingerstrecker ist am Fusse der gemeinsame lange Zehenstrecker (*Extensor digitorum comm. long.*), und den kurzen Streckern einzelner Finger ist der Extensor digitor. comm. brevis, der aus Verschmelzung jener hervorging, homolog. Die Beuger der Finger und Zehen gleichen sich noch viel mehr. Die Homologie der Flexores digitor. communes (sublimis et profundus) der Hand und des Flexor digitor. comm. longus et brevis des Fusses, sowie der Flexores pollicis et hallucis und der Mi. lumbricales der Hand und des Fusses lässt auch nicht den mindesten Zweifel ihrer Richtigkeit obwalten. Das Gleiche gilt auch bezüglich der Ab- und Adductores der Finger und Zehen.

Was nun die Abänderung und Verschiedenheit anbelangt, welche die Gliedmassenmuskulatur bei den verschiedenen Thieren einer Klasse und bei denen verschiedener Klassen darbietet, so ist die Mannigfaltigkeit eine so ausserordentlich grosse, dass hier nur das hervorgehoben werden kann, was morphologisch oder für die Charakteristik der Thiere bedeutsam ist.

Bei den Säugethieren kommt die Muskulatur der Gliedmassen noch am meisten mit der menschlichen überein, besonders wo die Pendactylität erhalten ist. Doch völlige Uebereinstimmung mit der des Menschen ist selbst bei den, dem letztern so nahe stehenden Affen nicht vorhanden. Die Bewegungen der Hand sind beschränkter; daher mehr Vereinfachung der Muskeln. Manche beim Menschen selbstständige Fingermuskeln sind hier zu gemeinsamen vereinigt, wie der Extensor poll. longus (der brevis fehlt ohnehin) mit dem Extensor indicis proprius zu einem Daumen, Zeigfinger und Mittelfinger zugleich bewegenden Muskel. Daher dem Affen die Fähigkeit zu einer mimischen Bewegung des Deutens mit dem Zeig-

finger mangelt, letzterer kann nur mit seinen Nachbarn gleichzeitig gestreckt werden.

Bei den übrigen Säugethieren hängen die Verschiedenheiten der Muskulatur der vorderen Gliedmassen theils von Reductionen, welche die Skeletgrundlage und ihre Gelenke erfahren, theils von dem Modus der Bewegung ab. So werden bei den Cetaceen die vorderen Gliedmassen, denen die Gelenke für die Bewegung des Vorderarmes, der Hand und der Finger fehlen, nur durch die gewöhnlichen Schultermuskeln, die vom Schulterblatt, dem Brustbein und dem Rückentheil des Thorax zum Oberarm gehen, im Schultergelenke als Ruder bewegt, während eine, die Glieder des Vorderarms und der Hand bewegende Muskulatur, da diese gelenklos sind, mangelt. Es ist dies eine Anordnung, welche an die Flossenmuskulatur der Fische erinnert. Aehnlich fallen auch bei vielen Thieren (Einhufern, Wiederkäuern, manchen Nagern, Chiropteren u. a.), denen besondere Gelenke für die Pronation und Supination abgehen, ja die beiden Vorderarmknochen selbst verwachsen sind, die Pronatoren und Supinatoren entweder ganz weg oder sind doch sehr rudimentär, und werden dann zur Dienstleistung bei der Beugung des Ellenbogens beigezogen. Wo die Zahl der Finger sich vermindert, bis auf zwei, wie bei den Wiederkäuern, oder selbst auf einen, wie bei den Einhufern, herabsinkt, muss natürlich auch eine entsprechende Reduction und Vereinfachung der Vorderarm- und Handmuskeln eintreten, wofür allerdings die übrig gebliebenen andern auch um so kräftiger sich ausbilden können. Letzteres findet man überhaupt bei all den Muskeln, welchen besondere Kraftleistungen zugewiesen sind. So ist von ungewöhnlicher Stärke und in mehrere Portionen zerfallend der M. pectoralis major bei Thieren, welche die vordere Gliedmasse zum Graben u. dergl. (wie bei Talpa u. a.) oder zur Flugbewegung, wie bei den Chiropteren es der Fall ist, benutzen. Ueberhaupt zeigt die vordere Gliedmasse der letzteren Anordnungen ihrer Muskeln, die nur durch Anpassung an die Flugfunktion bedingt sind. Pronatoren und Supinatoren, welche für die Flugbewegung unverwendbar waren, sind verkümmert und werden ihre Ueberreste nur zur Unterstützung der Beugung und Streckung noch benützt. Auch die ansehnliche Länge der Sehnen der Beuge- und Streckmuskeln der Hand und Finger ist durch Anpassung an die Flugfunktion bedingt.

Aehnliche Verschiedenheiten ergeben sich auch bezüglich der Muskulatur der hinteren Gliedmasse der Säugethiere, für welche im Allgemeinen dasselbe gilt, was für die der vorderen zur Geltung kam. Bei dem Affen zeigt die Anordnung der Muskulatur deutlich, dass diese nicht für den aufrechten Gang bestimmt ist, sondern der Bewegung auf Vieren sich angepasst hat. Die Gefässmuskeln (*Glutæi*) sind daher nicht

stärker als die Schultermuskeln, und die **Kniebeuger** greifen mit ihrer Insertion am Unterschenkel meistens so tief hinab, dass der Schenkel im Kniegelenk nicht ganz grade gestreckt werden kann. Dies ist auch bei andern Thieren, deren Knie nie ganz gestreckt, sondern immer in halber Beugung gehalten ist, der Fall (Robben, Faulthiere u. a.). Wo die Unterschenkelknochen, wie bei **Beutelthieren**, einer rotirenden, der Pronation und Supination des Vorderarms ähnlichen Bewegung fähig sind, findet sich ausser dem **Popliteus**, der einen Pronator schon darstellt, noch ein schräg von der Fibula zur Tibia herabsteigender, dem **Pronator quadratus vergleichbarer** Muskel vor.

Bezüglich der **Fussmuskeln** ist, gegenüber der Anordnung beim Menschen, noch die Besonderheit hervorzuheben, dass der M. **plantaris** in die Plantaraponeurose übergeht und meistens mit dem Zehenbeuger verbunden ist.

In der **Gliedmassen-Muskulatur der Vögel** ergeben sich zwar, gegenüber derjenigen der übrigen Wirbelthiere und des Menschen, auch nicht unwesentliche Verschiedenheiten. Aber gleichartiger ist doch ihre Anordnung, weil die Bewegungsweise bei allen Vögeln so ziemlich die gleiche ist. Nur da wird diese Gleichartigkeit gestört, wo, wie bei den Brevipennen, das Flugvermögen fehlt und die Locomotion nur auf fester Unterlage erfolgt.

Die **Muskeln der vordern Gliedmassen** (Fig. 520) sind im Allgemeinen zwar ganz auf die der Säugethiere und des Menschen zurückführbar. Aber die Einrichtung zum Flugwerkzeug hat doch eine Anzahl

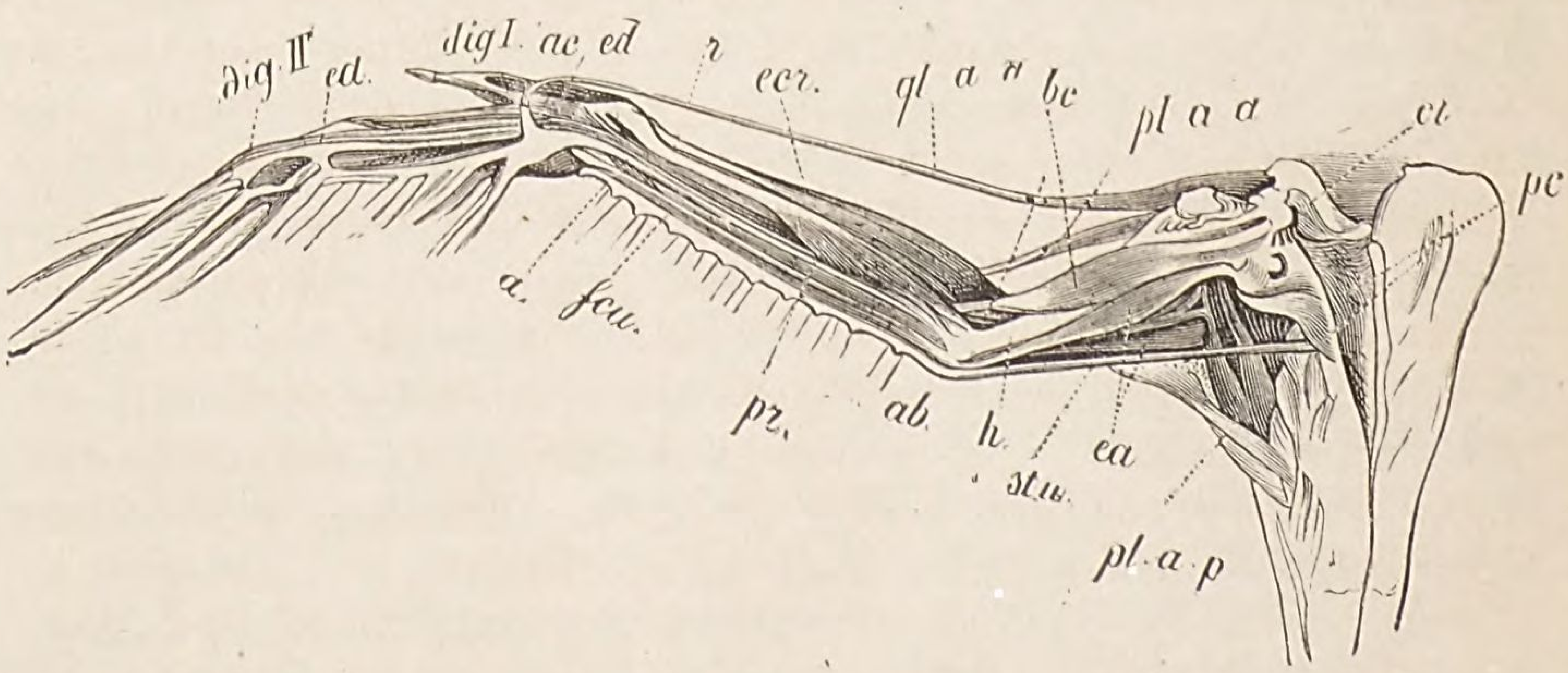


Fig. 520. Flügelmuskeln eines Vogels (nach C. G. Carus). *cl* Vorderes Schlüsselbein (*Furcula*). *h* Unteres Ende des Os humeri. *ab* Ellenbogengelenk. *r* Radius. *u* Ulna. *ac* Handgelenk. *dig.I* Daumen oder kurzer Finger der Hand. *dig.II* Zweiter oder langer Finger derselben. *pc* Brustmuskeln. *bc* Beuger des Ellenbogengelenkes (*Biceps humeri*). *ea* Strecker des Vorderarmes (*Triceps humeri*). *pl.a.p* Spanner der hinteren Flughaut (*Tensor plicae alaris posterioris*). *pl.a.a* Langer Spanner der vorderen Flughaut (*Tensor plicae alaris anterioris longus*). *pl.a.a'* Kurzer Spanner derselben (*Tensor brevis plicae alar. anterioris*). *ecr* Speichenstrecker des Handgelenkes (*Extensor carpi radialis*). *ed* Fingerstrecker (*Extensor dig. com.*) *fcu* Ellenbogenbeuger des Handgelenkes (*Flexor carpi ulnaris*). *st—u* Musculus sterno-ulnaris.

wichtiger Abänderungen im Gefolge gehabt. So gehört hierher die ungewöhnliche Stärke der aus mehreren Lagen und Portionen bestehenden Brustmuskulatur (*Pectoralis major et minor*), deren Masse derjenigen sämmtlicher übriger Körpermuskeln meistens gleichkommt und nur bei den Vögeln wieder schwächer ist, welchen das Flugvermögen, wie den Straussen u. a., abgeht. Ferner sind die Flügelmuskeln kurz und dick, dem Rumpfe möglichst nahe gelegt, um die Gliedmassen nicht zu sehr zu belasten, mit langen Sehnen versehen, durch welche sie auf die entfernteren Skelettheile ihre Einwirkung ausüben. Eigenthümlich sind den Vögeln auch noch die Muskeln, welche vom Schultergürtel und Thorax kommend, die Flughaut spannen (M. patagii s. Tensor plicae alaris anterior et posterior). Besonders eigenartig aber sind die Mechanismen, durch welche gewisse Bewegungen ohne Aufwand von Muskelkraft ausgeführt werden (vergl. S. 397). Auch an den hintern Gliedmassen der Vögel können gewisse Bewegungen des Fusses ausgeführt werden, ohne dass die Thätigkeit besonderer Muskeln dafür in Anspruch genommen wird. Es ist dies die Beugung der Zehen, mit deren Hülfe die Vögel während des Schlafens auf einem Baumaste u. dergl. sich festhalten. Die Beuger der Zehen (*Flexores digitor. comm.*), theils vom untern Ende des Oberschenkelbeins, theils von dem obern Ende des Unterschenkels kommend, werden durch ihre Lage an der Streckseite des Knie- und Fussgelenkes während der Beugung der letztern in der sitzenden Stellung derart gespannt, dass sie einen, die Zehen beugenden Zug auf letzteren in solchem Maasse ausüben, dass durch die hierdurch veranlasste Krümmung der Zehen, diese den Baumast so lange fest umklammert halten, als die durch das Gewicht des Körpers unterhaltene Beugung des Fuss- und Kniegelenkes fortdauert. Diese die Zehenbeuger spannende Wirkung des Knie- und Fussgelenkes kann dadurch noch erhöht werden, dass der Gracilis mit seiner Sehne über die Streckseite des Kniegelenkes nach aussen sich schlägt und mit dem vom Unterschenkel entspringenden Theil des gemeinsamen Zehenbeugers sich verbindet oder weiter unten mit seiner Sehne sich so verbindet, dass die Spannung, in welche auch er bei der Kniebeugung versetzt wird, gleichfalls einen, die Zehen beugenden Zug auf letzteren ausübt. Für die auf Bäumen u. dergl. sich aufhaltenden Vögel war dies eine sehr wichtige Einrichtung, mit deren Hülfe sie sich dem Schlafe überlassen dürfen, ohne herunter zu fallen.

Die Muskeln der Amphibien-Gliedmassen lassen zwar auch sehr grosse Verschiedenheiten erkennen. Allein im Ganzen sind sie doch auf diejenigen der höheren Thiere noch zurückführbar. So treten auch

hier von der dorsalen und ventralen Seite des Rumpfes und zum Theil vom Kopf zum Schultergürtel Muskeln, die den letzteren theils vorwärts, theils rückwärts zu ziehen bestimmt sind und, wenn sie auch bei verschiedenen Amphibien sehr verschieden entwickelt sich zeigen, doch den Mi. cucullaris, rhomboïdei und levator scapulae als Schulterheber und Vorwärtszieher, und dem M. pectoralis minor und serratus antic. major als Rückwärtszieher wohl verglichen werden dürfen. So wird auch der Oberarm im Schultergelenk durch Muskeln bewegt, welche denselben vor- und rückwärts, aus- und einwärts ziehen, und dem Deltoïdeus, Supra- und Infraspinatus, Pectoralis major, Coracobrachialis und Latissimus dorsi entsprechen. In gleicher Weise haben auch das Ellenbogengelenk und der Carpus ihre Beuger und Strecker, und die Finger sind mit gemeinschaftlichen Beugern und Streckern sowie auch mit Abductoren und Adductoren ausgerüstet.

Was die Muskeln der hintern Gliedmassen anbelangt, so sind dieselben, obschon die Ausbildung der Skeletgrundlage und ihrer Gelenke, die Bewegungsweise, wie Kriechen, Klettern, Laufen, hüpfende oder sprungweise erfolgende, oder Schwimmbewegung ihren modificirenden Einfluss auch hier ausüben, — doch auch auf die der höheren Thiere zurückführbar. Bemerkenswerth ist die Entwicklung des Wadenmuskels (*Gastrocnemius*) bei den ungeschwänzten Batrachiern, bei denen er, wie beim Menschen, eine Wade bildet, — und der Uebergang der Achillessehne, welche hinter dem Fussgelenk über ein, ihr zur Gelenkrolle dienendes Sesambein läuft, — in die Aponeurosis plantaris.

Die Muskulatur der Gliedmassen der Fische ist bei der Einförmigkeit der Bewegung so sehr vereinfacht, dass eine Zurückführung auf den Typus der höheren Wirbelthiere nahezu unmöglich ist. Bezüglich der Muskeln zur Bewegung der unpaaren Flossen ist dies selbstverständlich. Aber auch bei den Muskeln der den Gliedmassen der übrigen Wirbelthiere entsprechenden paarigen Flossen ist eine Vergleichung mit denen der letzteren schon desshalb erschwert, weil der zwischen Hand und Schultergürtel, zwischen Fuss und Beckengürtel liegende Theil der Gliedmasse (Ober- und Vorderarm, Ober- und Unterschenkel) entweder fehlt, oder wo Rudimente davon vorhanden, sie doch ohne Gelenkverbindung sind, und sonach der ganze Muskelcomplex, welcher bei den höheren Thieren die Bewegungen des Vorderarms und Unterschenkels, der Hand und des Fusses, der Finger und Zehen, vermittelt, in Wegfall kommen musste.

Da die Flossen nur als etwas Ganzes, als Ruder bewegbar sind, so

finden sich hierfür nur Muskeln vor, welche von den Flossenträgern (Schulter- und Beckengürtel) zum Basaltheile der Flosse gehen, und die letztere vor- und rückwärts, beziehungsweise auf- und abwärts bewegen. Diese allein können den Schulter- und Hüftmuskeln der höheren Thiere im Allgemeinen verglichen werden, besonders wird man an die Schultermuskeln der Cetaceen hierbei erinnert, ohne dass es jedoch möglich wäre, specielle Homologien nachzuweisen.

Die Muskeln der unpaaren Flossen sind theils kleine oberflächliche, von der Haut entspringende, die paarig beiderseits der Flossenstrahlen liegen und diese seitwärts bewegen, theils tiefere ziemlich lange, von den Seitenmuskeln gedeckte, die paarweise von vorn und hinten die einzelnen Flossenstrahlen angreifen und dieselben vor- und rückwärts bewegen und dadurch die Flossen heben und senken oder ausbreiten und zusammenlegen. Am stärksten ist die Muskulatur an der Schwanzflosse ausgebildet, wo sie die Annäherung und Entfernung der einzelnen Flossenstrahlen und dadurch die fächerartige Ausbreitung der Flosse vermitteln.

Die Muskeln der paarigen Flossen zerfallen in Vor- und Rückwärtszieher, in Heber und Senker. An den Bauchflossen sind es theils eine oberflächliche Lage kleiner, vom Schultergürtel herabkommender Muskeln, die heben, theils eine tiefe Lage, welche sie senken und, zusammenwirkend, die Flosse vorwärts bewegen.

Aehnlich den Vorwärtsziehern verhalten sich die Muskeln, welche die Flosse rückwärts bewegen. Wo die Brustflossen ungewöhnlich stark entwickelt sind, wie bei Trigla, namentlich aber bei dem fliegenden Fisch (*Exocoëtus*) u. a., erhalten diese Muskeln eine bedeutendere Ausbildung. Die ansehnlichste Entwicklung erfahren indess die Bauchflossenmuskeln bei den Plagiostomen, namentlich bei den Rajiden, die durch ihre Brustflossen ähnliche Bewegungen im Wasser vollziehen, um aus der Tiefe in die Höhe und umgekehrt zu gelangen, als die Vögel zu gleichem Zweck mit den Flügeln in der Luft ausführen. Analog der Anordnung der Brustflossenmuskeln ist auch die der Bauchflossen.

δ) Muskulatur des Kopfes der Wirbelthiere.

Sie vermittelt theils die Bewegungen der Haut des Schädels und des Antlitzes, nebst den Duplicaturbildungen derselben (Mund- und Nasenöffnungen, Augenlider, äusseres Ohr), theils die Bewegungen der knöchernen Skelettheile (Unterkiefer). Die ersteren bilden beim Menschen besonders den mimischen Hautmuskelapparat, dessen oben bei der Hautmuskulatur schon gedacht wurde, während die letzteren die Kaumuskeln darstellen.

Die Kaumuskeln der Säugethiere weichen nicht wesentlich von

denen des Menschen ab und sind der Masseter, Temporalis, Pterygoïdeus externus und internus, sowie der Digastricus. Ihre Ausbildung ist indess sehr ungleich, je nach der Leistung im einzelnen Falle. Bei den Carnivoren und Robben gewinnt der Temporalis eine ungewöhnliche Stärke und Dicke; bei den Nagern der Masseter, der bei vielen in zwei Portionen zerfällt, von denen eine, die tiefere kleinere, in dem sehr erweiterten Canalis infraorbitalis liegt. Der Digastricus reicht selten bis zum Kinn, ist auch selten zweibäuchig und setzt sich meistens an den Kieferwinkel oder an den untern Rand des Unterkiefers an. Bei manchen Säugethieren (Delphinen, manchen Edentaten, wie Dasypus, Manis, Myrmecophaga) fehlt er sogar, wird aber dann durch einen Musc. sterno-maxillaris ersetzt. Bei andern (Camel, Lama) wird er nur durch letzteren unterstützt. Aehnlich wirkt auch eine Portion des Omohyoïdeus beim Schnabelthier, die dieser an den Unterkiefer absendet.

Bei den Vögeln und Amphibien treten zu den eigentlichen Unterkiefermuskeln noch andere hinzu, welche als Heber des Flügel- und Quadratbeins (*Levator oss. pterygoïd. et quadrati*) und als Zurückzieher des Flügelbeins die Bewegung des Kieferstiels und des beweglichen Oberkiefergerüstes vermitteln. Die Muskeln für die eigentliche Unterkieferbewegung lassen sich mehr oder weniger auf die typischen Kaumuskeln zurückführen, von denen wenigstens der Temporalis der beständigste ist. Anstatt der beiden Pterygoïdei (externus und internus) pflegt nur ein gemeinsamer Flügelmuskel vorhanden zu sein. Nur selten ist derselbe in Pterygoïdeus internus und externus geschieden. Der Digastricus ist allgemein vorhanden, aber nur zum Kieferwinkel oder an einen dort nach hinten vorragenden Fortsatz gehend. Allgemein dient ihm das Hinterhaupt mit dem Nackenbande zum Ursprung. Wo dieser Muskel eine mehr als gewöhnliche Stärke erlangt, wie bei manchen tauchenden Wasservögeln (Cormoran) kann sein Ursprung auch noch durch einen beweglich auf dem Hinterhaupt aufsitzenden Knochenfortsatz unterstützt werden.

Bei den Schlangen, namentlich den weitmäuligen, wird die Zahl der Kiefermuskeln in Folge der Beweglichkeit des Oberkiefergerüstes und der Verschiebbarkeit beider Unterkieferhälften nicht unansehnlich vergrössert und der ganze Muskelapparat mehr complicirt. Die Verschiebung der beiden Unterkieferhälften wird durch zwei Muskeln vollzogen, die kreuzweise über einander liegen und mit ihrem einen Ende an den hintern Theil der einen Unterkieferhälfte und mit ihrem andern am vordern Theil der anderseitigen befestigt sind.

Bei den Fischen zeigen die Kiefermuskeln in Folge der veränderten Skeletgrundlage eine Anordnung, welche ebenso wenig, als die der übrigen Körpermuskeln eine Vergleichung mit denen der höheren Thiere möglich

macht. Die **Bewegung der Kiefer** wird durch **eine grosse Muskelmasse** vollzogen*), welche in mehrere Abtheilungen geschieden, theils vom Gaumengerüst, theils vom Kiefersuspensorium ausgeht und am Ober- und Unterkiefer sich ansetzt. Die an den Unterkiefer gehende Abtheilung ist es wohl, aus welcher bei den höheren Wirbelthieren die typischen Kaumuskeln (Temporalis, Masseter, Pterygoïdei) hervorgehen.

ε) Muskulatur des Kiemenskelets der Fische und des Zungenbeins der übrigen Wirbelthiere.

Um während des Athmens das Wasser durch den Mund aufzunehmen, durch die inneren Kiemenspalten in die Kiemenhöhle, zwischen die Kiemen und deren Blättchenreihen, gelangen zu lassen und schliesslich, wenn die letzteren genügend davon umspült sind, durch die äussere Kiemenspalte es wieder auszustossen, — ist das Kiemengerüst der **Fische** mit einer grösseren Zahl discreter Muskeln ausgestattet, welche die Kiemenbogen einander nähern und von einander entfernen, die Blättchenreihen bewegen und zur Eröffnung und Schliessung der äussern Kiemenspalte den Kiemendeckel auf und zu klappen. Sie kommen theils vom Schädel und gehen zu den obern Bogentheilen und zur Innenseite des Opercularapparates, theils sind sie zwischen den Bogen ein und derselben Seite angelegt, theils stellen sie ein System oberer und unterer Quermuskeln dar, welche die beiderseitigen Bogen an ihren dorsalen und ventralen Enden mit einander verbinden, — zu welchen auch noch Quermuskeln zu zählen sind, die zwischen den beiden Hälften des Unterkiefers (*M. transversus mandibulae*) und zwischen den beiderseitigen Opercularapparaten ausgespannt sind. Ausserdem entsenden die Copulae und die Oss. pharyng. inferiora nach rückwärts zum Schultergürtel und vorwärts zum Zungenbein einzelne Muskeln, an welche auch solche sich noch anschliessen, die von letzteren zum Unterkiefer gehen. — Da der Kieferapparat aus einer Metamorphose der vorderen Bogen des primitiven Kiemengerüstes hervorgegangen ist, so muss man wohl auch die Kiefermuskulatur von derjenigen des letzteren ableiten, wenn auch veränderte Formen, in welche diese Skelettheile sich legten, und veränderte Leistungen derselben sie, jenen gegenüber, sehr abweichend erscheinen lassen.

Mit den Abänderungen, die der Kiemenapparat erleidet, gehen auch Abänderungen der Muskulatur desselben Hand in Hand, Abänderungen, welche die Modificationen und Abweichungen bedingen, die jene bei den Plagiostomen, vor allen aber bei den Cyclostomen, die, anstatt durch den Mund, durch die Kiemenlöcher athmen, zeigt.

*) Sie stellt das sog. Backenfleisch der Fische dar, das von Feinschmeckern, z. B. bei den Forellen, für besonders schmackhaft gehalten wird.

Geht bei den höheren Wirbelthieren mit dem Auftauchen der Luftathmung der Kiemenapparat ganz unter, so fällt auch die Muskulatur desselben dem gleichen Schicksal anheim. Nur die auf dem Zungenbeinbogen in Zusammenhang stehenden Muskeln erhalten sich mit diesem, soweit sie für die Funktion des persistirenden Zungenbeins verwerthbar waren, und gewinnen selbst eine ansehnlichere Ausbildung. Zur Unterstützung der veränderten Leistung gesellen sich ihnen noch andere bei, die von der Nachbarschaft, theils von hinten (Thorax und Schulterblatt), theils von vorn und oben (Theilen des Kopfes) bezogen werden, so dass bei fast allen höheren Wirbelthieren das Zungenbein mit einem ansehnlichen Bewegungsapparat ausgerüstet ist, durch den es nach rückwärts (Mi. sterno- und omohyoïdei) und vorwärts (Mi. genio- mylo- und stylohyoïdei) bewegt werden kann.

2. Muskelapparat der wirbellosen Thiere.

L. Agassiz, Contribution of the natural history of the United States of North America. Vol. III. — C. G. Carus, Erläuterungstafeln zur vergleichenden Anatomie. Heft I. — V. Carus, Icones zootomicae. Lipsiae 1857. — Delle-Chiaje, Descrizione e notomia degli animali senza vertebre del Regno di Napoli. Napoli 1841. — Milne Edwards, in Annal. des sc. naturelles. 2 Sér. T. XVI. 1841. — Eimer, Studien auf Capri. Leipzig 1873. S. 34. — Kölliker, Icones histologicae. — Straus-Dürkheim, Considérations générales sur l'anatomie comparée des animaux articulés, auxquelles on a joint l'anatomie descriptive de Melalontha vulgaris. Paris 1828. Avec Planches.

Die Körpermuskulatur steht hier, im Gegensatze zu derjenigen der Wirbelthiere, wegen des Mangels eines innern Skelets, hauptsächlich mit den Bedeckungen und dem daraus hervorgehenden Hautskelet in näherer Beziehung und Verbindung, ist also wesentlich Hautmuskulatur. Nur in wenigen Fällen, wie z. B. bei den Cephalopoden, bei denen eine innere Skeletbildung vorhanden ist, kann sie der Skeletmuskulatur der Wirbelthiere verglichen werden. Ihre Ausbildung ist daher hauptsächlich von dem Zustande der Körperbedeckungen, von dem Grade der Ausbildung und Gliederung des Hautskelets, von der Bewegungsweise und der Beweglichkeit der Thiere, sowie auch von der Lebensweise derselben abhängig. So ist die Muskulatur bei den Arthropoden am höchsten ausgebildet und in eine grosse Anzahl differenter Einzelmuskeln zerfallen, die, an der Innenfläche der hohlen Skeletglieder ansitzend, in ihrer Anordnung wieder grosse Verschiedenheit und Mannigfaltigkeit darbieten. Wo die Körpersegmente und ihre locomotorischen Anhänge gleichartig sind, zeigt die Muskulatur grössere Einförmigkeit, während die Verschiedenartigkeit jener Mannigfaltigkeit dieser bedingt.

Wo bei den Mollusken ein ungegliedertes äusseres Skelet als Schale den Körper stützt und schützend umschliesst, erscheint die Muskulatur

schon mehr vereinfacht und mit der weichen Körperbedeckung vereinigt. Nur bei den doppelschaligen Muscheln und den Cephalopoden treten Verbindungen mit dem Skelet auf. Bei ersteren sind es die Muskeln, welche zum Oeffnen und Schliessen der Schale dienen; bei letzteren dagegen solche, welche vom innern Skelet dieser Thiere, dem s. g. Kopfknorpel, in die Arme gehen. Die Tunicaten bilden bezüglich ihrer Muskulatur den Uebergang zu den Würmern, bei welchen sie einen, den Körper umschliessenden Muskelschlauch bildet, dessen Fasern in mehrere Schichten zerfallen, besonders aber als Längs- und Cirkelfaserschichte den Thierleib umziehen. Aehnlich verhält sich auch die Muskulatur bei den wurmähnlichen Formen der Echinodermen. Bei den Holothurien findet sich unter der äussern Haut, mit ihr innig verwebt, eine Ringsmuskelschichte, unter welcher fünf gesonderte platte Längsmuskeln liegen, die in radiärer Stellung vorn am Mund-Kalkring befestigt sind. Bei den Asteroïden, die mit entwickeltem gegliedertem Kalkskelet versehen sind, ist die unter demselben liegende Muskulatur zur Bewegung der strahligen Arme und der einzelnen Skeletstücke derselben wieder mehr gegliedert. Wo dagegen, wie bei den Echiniden, die letztern unbeweglich mit einander verbunden sind und eine den Körper umschliessende starre, bewegungsunfähige Hülle darstellen, ist diese Muskulatur wieder verkümmert, und sind nur solche Muskeln davon erhalten geblieben, welche die aussen sitzenden Stacheln und dergleichen äussere Anhänge, sowie die Glieder des Kauapparates zu bewegen bestimmt sind. Bei den Coelenteraten kommt nur noch vereinzelt, wie bei den Scheiben- und Rippenquallen und den Anthozoen, eine Muskelbildung vor. Den Protrozoen scheint diese aber ganz abzugehen und durch die Contractionsfähigkeit der Körpersubstanz (Sarcode, contractiles Protoplasma), in der noch keine Differenzirung in verschiedene Gewebe und Organe stattgefunden hat, ersetzt zu werden. Nur in wenigen Fällen, wie z. B. in dem contractilen Stiel der Vorticellen, werden Spuren von Muskelgewebe wahrgenommen.

3. Von den electrischen Organen der Fische.

Bilharz, Das elektrische Organ des Zitterwels. Leipzig 1857. — E. du Bois, Quae apud veteres de piscibus electricis exstant argumenta. Berol. 1843. — Boll, im Archiv für mikroskop. Anat. B. 10. Delle Chiaje, Anatomiche disamine sulle torpedini. Napoli. 1839. — S. J. Davy, Researches physiolog. and anatomical. Vol. I. London 1839. — Ecker, Untersuchungen zur Ichthyologie. Freiburg 1856. — Erdl, in den gelehrten Anzeigen der königl. Baierischen Akademie der Wissensch. München 1846 u. 1847. — Hunter, in philosoph. Transactions. 1773. Pag. 2. Tab. 20. — Kölliker, Bericht von der zootom. Anstalt in Würzburg. Leipzig 1843. — Matteucci, Traité des phénomènes éléctrophysiologiques des animaux. Paris 1844. — Peters, in Müller's Archiv, 1845. S. 375. Taf. 13. Fig. 8—11. — Robin, Recherches sur un appareil qui se trouve sur les poissons du genre des Rayes, in Ann. des sc. nat. III. Sér. T. 7. — Rudolphi, in den Abhandl. der Berlin. Akademie der Wissenschaften, 1820—21. S. 229. Tab. I, II. — Derselbe, ebendas., 1824. — Rüppel, Beschreibung

und Abbildung mehrerer neuer Nilfische. Frankfurt 1832. — Savi, Recherches anatomiques sur le système nerveux et sur l'organe électrique de la torpille. Paris 1844 (als Anhang von Matteucci's Traité des phénomènes etc.). — M. Schultze, zur Kenntniss der elektrischen Organe der Fische. I., II. Abth. Halle 1858—59. — Derselbe, Ueber die elektrischen Organe der Fische, in den Abhandl. der Naturforscher-Gesellschaft zu Halle. Bd. IV, V. — Derselbe, Zur Kenntniss des, den elektrischen Organen verwandten Schwanzorganes von Raja clavata, in Müller's Archiv 1858. — Valentin, in der neuen Denkschrift der allgem. Schweizer-Gesellschaft für die gesammten Naturwissenschaften. Bd. 6. Neuch. 1841. — Derselbe, in R. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie. Bd. I. Artikel: Elektricität der Thiere. — R. Wagner, Ueber den feinern Bau des elektr. Organs im Zitterrochen. Goettingen 1847.

Sie sind Apparate von ganz eigenthümlicher Art, die nur bei einigen Fischen vorkommen und unter dem Einflusse der Nerven, gleich einer Elektrisirmaschine und galvan. Säule, — Elektricität frei werden lassen. Thiere, die derartige Apparate besitzen, vermögen auf andere so starke elektrische Schläge auszuführen, dass sie dadurch ihnen zu gewaltigen Waffen werden, mit deren Hülfe sie theils einer Beute sich leicht bemächtigen, theils den verfolgenden Feind mit ähnlichem Erfolge abwehren können, als z. B. das Pferd, der Strauss u. a. solchen mit Hülfe ihrer starken Schenkelmuskulatur erzielen, wenn sie durch Ausschlagen mit den Beinen den sie verfolgenden Feind niederwerfen. Obschon der Antheil, den das Nervensystem an der Zusammensetzung und Thätigkeit der elektrischen Organe nimmt, deren Einreihung in die peripherischen Endapparate jenes gestatten würde, so lässt doch diese mechanische Leistung die grössere Verwandtschaft mit dem Bewegungsapparat nicht verkennen und rechtfertigt sich die Anschliessung dieser Organe an den letzteren noch um so mehr, als sie den Muskeln auch darin noch verwandt sich zeigen, dass sie die Willensreize ähnlich in Elektricität und deren Entladung umsetzen, als die Muskeln dieselben in Contraction und Bewegung. Die elektrischen Entladungen dieser Organe sind ebenso von dem Willen der Thiere abhängig, als die Contraction der Muskeln und die davon abhängigen Körperbewegungen. Daher das electrische Organ ebensowohl gelähmt wird und die Thiere unvermögend sind, durch dasselbe elektrische Entladungen erfolgen zu lassen, wenn am lebenden Thiere die elektrischen Nerven durchschnitten worden sind, als die Muskelbewegung gelähmt sich zeigt, wenn die Leitung des Willensreizes vom Centralorgan zu dem Muskel mittelst Durchschneidung der motorischen Nerven unterbrochen wird.

Bis jetzt sind solche Organe bei Torpedo und Narcine unter den Selachiern und beim Zitteraal (*Gymnotus electricus*) und Zitterwels (*Malapterurus elect.*) unter den Knochenfischen bekannt. Bei zwei andern Nilfischen (Mormyrus und Gymnarchus niloticus) kommen ähnliche Organe vor, ist aber ihre elektrische Wirkung noch nicht sicher gestellt, was jedoch, um über ihre elektrische Natur zu entscheiden, um so mehr erforderlich ist, als den elektrischen Organen ähnliche Bildungen auch im Schwanze

von Raja clavata vorgefunden wurden, ohne dass sie jedoch irgend eine elektrische Thätigkeit zu entfalten scheinen.

Am meisten untersucht und gekannt ist der elektrische Apparat des Zitterrochens (*Torpedo*) (Fig. 521), desshalb wir ihn benützen, um die Einrichtung jenes daran zu schildern. Der Apparat (*oe oe'*) hat seine Lage seitlich vom Kopfe und dem Kiemenapparat, zwischen diesen und dem vordern Theil der Brustflossen. Er wird aus meistens sechsseitigen Säulen oder Prismen zusammengesetzt, die, senkrecht und dicht nebeneinander

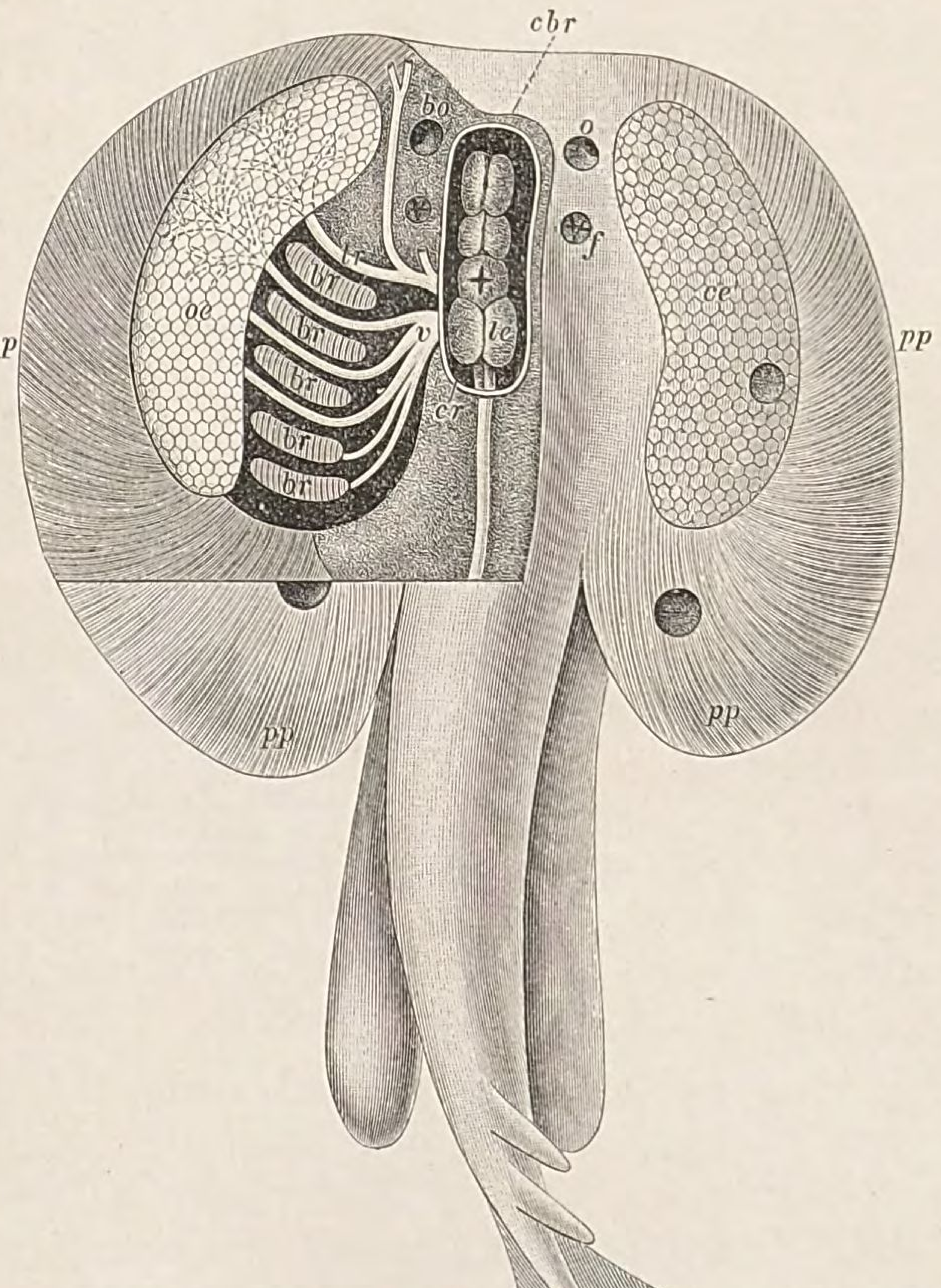


Fig. 521. Das elektrische Organ des Zitterrochen (*Torpedo*). *pp* Brustflossen mit dem Kopfe verwachsen. *cr* Knorpelige Wandung der geöffneten Schädelhöhle (*Cav. cranii*). *cbr* Das darin liegende Gehirn (*Cerebrum*). *le* Lobus electricus desselben. *f* Spritzloch. *o.bo* Auge. *oe* Elektrisches Organ der linken Seite, von oben blosgelegt. *oe'* Dasselbe der rechten Seite, von der Körperhaut noch gedeckt und durch sie durchschimmernd. *tr* Nervus trigeminus, einen starken Ast (*R. electricus*) in den vordern Theil des elektr. Organs sendend. *v* Nervus vagus, von welchem drei starke Aeste, die zwischen den Kiemen (*br*) durchgehen, den übrigen Theil des Organs versorgen.

stehend, mit ihren Enden bis unter die Haut der dorsalen und ventralen Fläche, durch welche sie hindurch schimmern, reichen (Fig. 521 *oe'*). Diese Prismen bestehen wieder aus übereinander geschichteten, durch horizontale Septa geschiedenen Fächern oder Zellen (Fig. 522), welche die elektrischen Platten enthalten, zu denen die Nerven von der ventralen Seite herantreten, um darin unter Bildung feiner Netze zu endigen. Die Nervenendigung bildet stets die ventrale Seite dieser elektrischen Platten, die zugleich auch als elektro-negativ sich ausweist, während die andere, die dorsale Seite, elektro-positiv sich verhält. Daher die dorsale Fläche des ganzen Organs beim Zitterrochen elektro-positiv, und die ventrale elektro-negativ erscheint. Die Nerven, welche zum Gesammtorgane gehen, sind vier ansehnliche Stämme, wovon der vorderste (*tr*) von dem Trigeminus (*Ramus electricus*), die drei übrigen vom Vagus (*v*) geliefert werden und welche zwischen den Säulen sich verästeln.

Die elektrischen Organe der übrigen Fische kommen bezüglich ihrer Einrichtung im Allgemeinen mit dem überein, was der elektr. Apparat des Zitterrochens lehrte. Nur äussere Form und Lage sind verschieden. So liegt beim Zitteraal (*Gymnotus electr.*) das elektr. Organ im Schwanze, theils zu beiden Seiten, theils unten. Dorsalwärts stösst es an die Rückenmuskeln, ventralwärts an die Muskeln der Schwanzflosse und rückwärts spitzt es sich zu. Bezüglich des Baues ist nur die Lage der Säulen verändert; statt senkrecht zu stehen, wie bei Torpedo, liegen sie horizontal und sind desshalb auch viel länger, als dort. Die Nerven werden nur von den Spinalnerven geliefert und gehen jederseits sehr viele (nach einzelnen Angaben über 200 Stämme), die von den vordern Wurzeln zu kommen scheinen, in das Organ ein. Bei dem Zitterwels (*Malapterurus electr.*) ist das elektrische Organ über den ganzen Körper ausgedehnt, am Bauch aber am stärksten. Es wird durch ein fibröses Septum in der dorsalen und ventralen Mittellinie in zwei symmetrische Hälften geschieden, welche, zwischen zwei starke Aponeurosen eingelegt, mit der äussern Bedeckung fest verbunden sind. Was die Nerven betrifft, so gehen zu jedem Organe nur je ein elektrischer Nerv, der jederseits zwischen dem 2ten und 3ten Spinalnerven entspringt, wie eine motorische Wurzel sich verhält und nur aus einer, aber colossalen Primitivfaser besteht, die von einer dicken Hülle umschlossen wird. Durch Theilung dieser Primitivfaser wird die

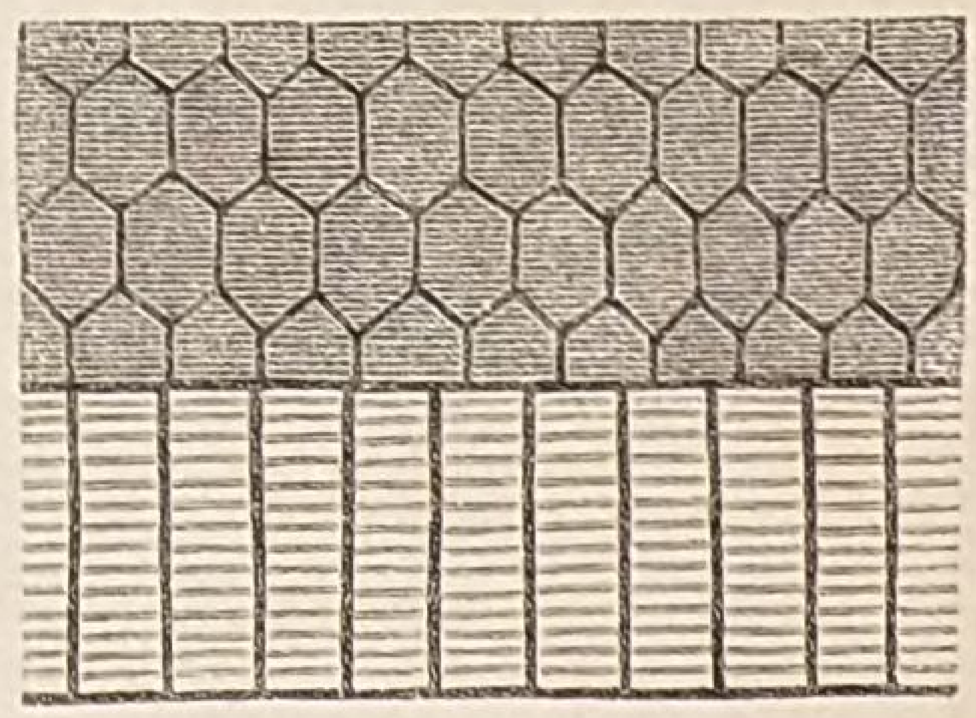


Fig. 522. Schema der Säulchen des elektrischen Organs des Zitterrochens; im senkrechten Durchschnitte die häutigen Septa, welche die Säulchen in senkrecht über einander stehende Fächer trennen; sie sind viel zahlreicher, als in diesem Schema angegeben ist; ihre Zahl kann sich bis auf 150 belaufen.

Verästelung geliefert, deren Endzweige an die Fächer und an die, an der Hinterwand der letztern liegende elektrische Platte treten.

II.

Organe der Empfindung, Nervenapparat.

Der Nervenapparat ist entschieden der wichtigste und edelste Bestandtheil des thierischen Organismus. Er ist es, durch den die Thätigkeiten der übrigen Körperorgane und Apparate in harmonische Uebereinstimmung gebracht werden. Ja, keine der übrigen Körperthätigkeiten, — seien sie automatische, instinktive oder willkürlich und bewusst von Statten gehende, — könnten überhaupt auf die Dauer vollzogen werden ohne den Einfluss, den der Nervenapparat darauf ausübt. Ohne ihn gäbe es keine Bewegung, keine Empfindung und Wahrnehmung all' dessen, was in der, den Körper umgebenden Aussenwelt vor sich geht; es wäre kein Wollen, kein Bewusstsein und Denken ohne ihn möglich. Bei dieser Mannigfaltigkeit der in ihm waltenden Kräfte und der Verschiedenheit seiner Thätigkeitsäusserungen, kann es überraschen, dass die Mittel, die zu seinem Aufbau verwendet sind, äusserst einfach erscheinen, indem nur zweierlei Formelemente — Nervenzellen und Nervenfasern — es sind, die ihn zusammensetzen. Die Nervenzellen sind die Centralgebilde der Nervenfasern, die von ihnen ausstrahlen. Aber auch physiologisch sind sie die Centralheerde für die im Nervenapparat waltenden Kräfte, während die Nervenfasern nur Leiter derselben sind. Diese leiten die eigenthümlichen Erregungszustände peripherisch, d. h. centrifugal, zu den Körperorganen, oder umgekehrt auch Reize von diesen, in centripetaler Richtung, zu jenen zurück. Da im letzteren Falle sie die Vermittler der Empfindungen sind, wenn die Nervenzellen, auf welche sie die an ihrem peripherischen Ende empfangenen Reize übertragen, den Sitz des Bewusstseins bilden, — so werden sie allgemein auch sensible, im ersteren Falle aber motorische Fasern genannt, weil sie die von den Nervenzellen empfangenen Erregungszustände auf Muskeln zu übertragen pflegen und diese zur Contraction veranlassen, obschon nicht alle centrifugal leitenden Nervenfasern an ihren peripherischen Enden mit Muskeln in Verbindung stehen. Manche senken sich in Drüsen, auf deren absondernde Thätigkeit sie erregend einwirken, andere, was bei einigen Fischen vorkommt, stehen mit elektrischen Apparaten

in Verbindung, zu welchen sie von den Nervenzellen kommende electrische Erregungen leiten.

Die Nervenfasern sind übrigens histologisch nicht alle einander gleich und kann man in dieser Beziehung namentlich zwei Arten unterscheiden, markhaltige und marklose. Die ersteren enthalten in ihrer Axe eine blasse Faser — Axenfaser, Axencylinder — und um diese eine ölartige Substanz — Nervenmark, — welche jene scheidenartig umschliesst (Markscheide), während die letztern nur aus dem Axencylinder bestehen. Die fettige Markscheide verleiht jenen eine dunkel contourirte Beschaffenheit — daher auch dunkelrandige Fasern genannt — diese sind dagegen von blassem Aussehen — blasse Nervenfasern. Wo die Nervenfasern ausserhalb der Centralorgane in grosser Menge zusammen liegen und die Elemente der eigentlichen Nerven bilden, besitzen beide Arten noch eine häutige Scheide (Nervenfaserscheide, Neurilemma, Schwan'sche Scheide), die bei den markhaltigen das Mark umschliesst und durchaus structurlos ist, bei den blassen Nervenfasern nur den Axencylinder enthält, aber durch Besitz zahlreicher in der Längsrichtung liegender Kerne ausgezeichnet ist.

Die Nervenfasern gehen, auch selbst die unmittelbar neben einander laufenden, keinerlei Verbindung unter einander ein; ihre Bahn und sonach auch die durch sie vermittelte Leitung ist von ihrem einen Ende bis zum andern eine durchaus isolirte. Nur an ihrem peripherischen und centralen Ende erfahren sie eine öfter sich wiederholende Theilung, in Folge dessen ihre beiden Enden in eine Mehrheit von feineren Fasern allmählich zerfallen. Am centralen Ende wird hierdurch die Verbindung einer Nervenfaser mit einer Mehrzahl von Nervenzellen, am peripherischen eine solche mit einer Mehrzahl von räumlich getrennten Punkten der Körperorgane ermöglicht.

Wo die dem Nervenapparate zu Grunde liegende Substanz nur aus Nervenfasern besteht, hat sie ein weisses Aussehen, — daher weisse Nervensubstanz, Marksubstanz genannt, wo sie dagegen vorwiegend aus Nervenzellen gebildet wird, ein graues und dann als graue Nervensubstanz unterschieden zu werden pflegt.

Durch das Zusammentreten grosser Mengen der mikroskopischen Nervenzellen, in Verbindung mit den centralen Enden der Nervenfasern zu grossen mikroskopischen Massen, kommen die Centralorgane des Nervenapparates zu Stande, während die ausserhalb der letztern liegenden peripherischen Theile der Nervenfasern durch Zusammenlegung Bündel und Stränge formiren, welche die Nerven darstellen, die zu den Centralorganen ähnlich sich verhalten, als wie die Nervenfasern zu den Nervenzellen oder wie Peripherisches zu Centralem. Doch eine ganz vollkommene

Centralisation kommt nicht zu Stande, es gibt vielmehr eine Mehrheit von Centralorganen.

Das mächtigste bildet das Gehirn und Rückenmark, das den Sitz des Bewusstseins enthaltend, hauptsächlich diejenigen Thätigkeiten des Körpers beherrscht, welche im Dienste des animalen Lebens stehen. Mit den von ihm ausgehenden Nerven — den Cerebrospinalnerven — wird es als animales Nervensystem unterschieden. Diesem gegenüber findet sich noch eine grössere Anzahl von kleineren Centralorganen vor, die man Ganglien nennt, die mit den Thätigkeiten des vegetativen Lebens in Beziehung stehen. Sie bilden in Gemeinschaft mit den von ihnen ausstrahlenden Nerven das vegetative Nervensystem (Gangliensystem, sympathisches Nervensystem, Nervus sympathicus). Während jenes hauptsächlich die willkürlichen Bewegungen und bewussten Empfindungen, sowie die seelischen Thätigkeiten vermittelt, leitet dieses vorzüglich die unwillkürlichen automatischen Bewegungen und die nutritiven Vorgänge des Thierkörpers.

Die Ganglien des vegetativen Nervensystems liegen vorzüglich längs der beiden Seiten der Wirbelsäule, vom Kopfende derselben bis zu ihrem Beckentheil herab und sind, um sie gleichsam auch, ähnlich wie im animalen Nervensystem, in die Form eines einheitlichen Centralorgans zu bringen, — durch Nervenfäden derart mit einander verkettet, dass sie beiderseits einen ganglienreichen Strang, — den s. g. Grenzstrang bilden, von dem die Nerven ähnlich ihren centralen Ausgang nehmen, wie die cerebrospinalen Nerven vom Gehirn und Rückenmark. Allein ungeachtet dieses Strebens, den Nerven der animalen und vegetativen Körperorgane möglichst einheitliche Centralorgane zu verleihen, so fehlt es doch nicht in beiden Nervensystemen an Beispielen des Bestandes einer gewissen Decentralisation, indem sowohl an den Cerebrospinalnerven als auch an sympathischen Nervenverästelungen, ja sogar in den Organen, noch zahlreiche Ganglien vorkommen, welche gleich dem Gehirn und Rückenmark und den Ganglien des Grenzstranges des Sympathicus, noch accessorische oder Ergänzungscentra für nicht wenige Nervenfasern, die denen von den Hauptcentren ausgehenden sich zugesellen, abgeben.

Die im Voranstehenden gemachte Scheidung in animales und vegetatives Nervensystem ist übrigens nicht streng durchgeführt, weder anatomisch, noch physiologisch. Die Nerven beider greifen vielfach in einander ein und tauschen mannigfaltig ihre Faserelemente aus, so dass die meisten Cerebrospinalnerven auch sympathische Nervenfasern enthalten, und die sympathischen Nerven noch cerebrospinale Elemente mit sich führen. Dadurch sind auch die Thätigkeitsbezirke beider Systeme nicht scharf gesondert, indem in das Verbreitungsgebiet des Cerebrospinalsystems zahlreiche sympathische Nervenbahnen, und umgekehrt in das des Sympathicus auch Cerebro-

spinalbahnen eindringen, wozu noch kommt, dass die Cerebrospinalnerven aus dem Hirn und Rückenmark, namentlich aus letzterem und den Spinalganglien, viele Nervenelemente beziehen, welche ebensowohl den automatischen und ohne Bewusstsein von Statten gehenden Vorgängen im Thierkörper dienstbar sind, als wie die Elemente des vegetativen Systems.

Was nun noch die Endigungsweise der Nervenfasern in den verschiedenen Körperorganen anbelangt, so sind ihre peripherischen Enden mit mancherlei Vorrichtungen — den peripherischen Endgebilden — ausgerüstet, welche bei den centrifugalen Nervenfasern die Einwirkung auf die Organe (Muskeln, Drüsen, elektrische Organe), auf welche sie ihren, von den Centren empfangenen Erregungszustand übertragen sollen, unterstützen und bei den centripetalen Fasern die, durch die umgebenden Objekte veranlasste Erregung vermitteln. Das peripherische Ende vieler centripetaler Nervenfasern steht mit zum Theil sehr zusammengesetzten Endapparaten in Verbindung, die den Zweck haben, die von den Gegenständen der Aussenwelt empfangenen Eindrücke durch geeignete Erregung der Nerven und Fortleitung dieser Erregung zu den Centralorganen zur bewussten Empfindung und Wahrnehmung gelangen zu lassen. Es sind dies die **Sinnes**apparate.

Nach den vorausgegangenen allgemeinen Betrachtungen kann man den gesammten Nervenapparat trennen: 1) in das Nervensystem (*Systema nervorum*), 2) in die peripherischen Endapparate oder die Sinnesorgane (*Organa sensuum*).

Die oben in Betracht gezogenen allgemeinen Verhältnisse des Nervensystems, der Plan, nach dem es angelegt ist, und die Elemente, aus denen es sich aufbaut, sind vorzüglich auf die Anordnung bezogen, die es beim Menschen und den Wirbelthieren zu Tage treten lässt. Bei den wirbellosen Thieren ist Vieles anders. Wenn auch die zu Grunde liegenden Elemente hier dieselben oder ähnliche sind, als dort, so hat doch seine äussere Anordnung und Form und die Beziehung zu den Körperthätigkeiten, überhaupt der ganze Plan, der dem Nervensystem der Wirbelthiere zu Grunde gelegt ist, bei den Wirbellosen sehr wesentliche Abänderungen erfahren. Wenn nun diese Modificationen auch nicht gerade so weit gehen, dass alle Anhaltspunkte zur Vergleichung beider sich gänzlich verwischt hätten, so müssen wir doch das Nervensystem der Wirbelthiere gesondert von dem der Wirbellosen betrachten.

A. Nervensystem.

1. Nervensystem der Wirbelthiere.

Agassiz u. Vogt, Anatomie des Salmanes. Neufchâtel 1845. — B. Alcock, Fifth Pair of nerves, in Todd's Cyclopaedia. Vol. II. Pag. 26. — D'Alton (u. Schlemm), Ueber das Nervensystem von Petromyzon, in Müller's Archiv 1838. — Anderson, Nervous system, in Todd's Cyclopaedia. Vol. III. — Arsaky, De piscium cerebro et medulla spinali. Hal. 1813. — Bamberg, De avium nervis rostri atque linguae. Hal. 1842. — V. Baer, Entwicklungsgeschichte der Thiere. Th. II. S. 106. — Barkow, Disquisitiones neurologicae. Vratisl. 1836. — C. B. Bendz, Tractatus de connexu inter nervum vagum et accessorium Willisii. Hofniae 1836. — Derselbe, Bidrag til den Sammenlignende anatomie af Nervus glossopharyngeus, vagus, accessorius Willisii og hypoglossus hos Reptilierne, in Det. Kl. Danske Videnskabernes Selbskabs naturvidenskobelige og mathematiske Afhandlinger, 10 delen. Kiobenhavn 1843. — Bidder u. Volkmann, Die Selbstständigkeit des Nerv. sympathicus. Leipzig 1847. — Bischoff, Nervi accessorii Willisii anatomia etc. Darmstadt 1832. — Bojanus, Anatome testudinis europaeae. Viln. 1819. — E. J. Bonsdorf, Disquisitio nervum trigeminum partemque cephal. nervi sympath. Gadi Lotae cum nervis iisdem apud hominem et mammalia comparans. Helsingsfors 1846. — Derselbe, Jemförande anatomisk skrifning af cerebral nerverna hos Raja clavata, in Föredr. för Vet. Societ. den 5. Dec. 1853. — Derselbe, Kopfnerven des Hundes. Dissert. Helsingfors 1846. — Bourgery, Traité de l'anatomie de l'homme. Atlas. Tom. VIII. Pl. 14—25. — V. Bruns, De nervis Cetaceorum cerebralibus. Tübing. 1836. — Busch, De Selachiorum et Ganoïdeorum encephalo. Berolini 1848. — C. G. Carus, Erläuterungstafeln zur vergleich. Anatomie. Heft 8. — Derselbe, Darstellung des Nervensystems. Leipzig 1814. — Cuvier, Vorlesungen über vergleichende Anatomie. Uebersetzt von Froriep u. Meckel. 1809. Bd. II. — Derselbe, Histoire naturelle des poissons. Tom. I. — Derselbe, Le règne animal. — Van Deen, De differentia et nexu inter nervos vitae animalis et organicae. Lugd. Batav. 1834. — Ecker, Icones physiologicae (Neue Ausgabe von R. Wagner's Icones physiologicae). Leipzig 1852—59. Taf. 24. — J. G. Fischer, Die Hirnnerven der Saurier. Hamburg 1852. — Derselbe, Amphibiorum nudorum neurologia. Berolini 1843. — De Gamaeus, De systemate nervorum Sciuri vulgaris. Bern 1852. — C. Gegenbaur, Ueber die Kopfnerven von Hexanchus und ihr Verhältniss zur Wirbeltheorie des Schädels, in Jen. Zeitschr. Bd. VI. S. 497. — C. M. Gittay, De nervo sympathico. Lugd. Batav. 1834. — Gottsche, Vergleichende Anatomie des Gehirns der Grätenfische, in Müller's Archiv 1835. — Gratiolet, Sur les plis cérébraux de l'homme et des Primates. Paris 1854. — Gurlt, Anatom. Abbildungen der Haussäugethiere. Berlin 1829. — E. H. Hjelt, In systema nervorum sympathicum Gadi Lotae observationes. 1847. — Derselbe, De nervis cerebralibus parteque cephalica nervi sympathici Bufonis adnotata quaedam. Helsingfors 1852. — C. E. E. Hoffmann, Beiträge zur Anatomie u. Physiologie des Nervus vagus bei Fischen. Giessen 1860. — Hyrtl, Lepidosiren paradoxa, in Abhandl. der Böhm. Gesellschaft der Wissenschaften 1845. — Klaatsch, De cerebris piscium Ostacanthorum et nostras regiones incolentium. Hal. 1850. — Krohn, Nachr. über d. Nerv. lateralis d. Froschlarven, in Frorieps Notizen 1838. Nr. 137. — Leisenring, Atlas der Anatomie des Pferdes und der übrigen Haussäugethiere. Leipzig 1861. — Leuret et Gratiolet, Anatomie comparée du système nerveux etc. Paris 1839—57. Avec Atlas. — Magendie et Desmoulins, Anatomie du système nerv. des animaux à vertèbres. 2 Vol. Paris 1825. — Marbach, De nervis spinalibus avium nonnullarum. Vratisl. 1841. — Majer, Ueber das Rückenmark und seine Nerven, in Frorieps Notizen N. 775. — A. Meckel, Anatomie des Gehirns der Vögel, in Meckel's Archiv f. Physiol. Bd. II. S. 25. — Miklugo-Maklay, Zur vergl. Neurologie der Wirbelthiere. 1870. — J. Müller, Neurologie der Myxinoïden, in den Abhandlungen der Berliner Akademie der Wissenschaften 1838. — R. Owen, Marsupialia, in Todd's Cyclopaedia. — Derselbe, Monotremata, ebenda. — Paasch, De sulcis et gyris cerebri simiar. et hominis. Kiliae 1866. — Ritzel, De nervo trigemino et glossopharingeo avium. Fuldae 1841. — Siebold u. Stannius, Lehrbuch der vergl. Anatomie. I., II. Th. Berlin 1846—48. — B. Solger, Zur Anatomie der Faulthiere, in Jenaischer Zeitschr. Bd. 6. — L. Stieda, Ueber den Bau des centralen Nervensystems der Amphibien und Reptilien. Leipzig 1876. — Stannius,

Handb. der Anatomie der Wirbelthiere (2. Aufl.). Berlin 1854—56 (Fische u. Amphibien). — Derselbe, Ueber das peripherische Nervensystem der Fische. Rostock 1849. — Derselbe, Das peripherische Nervensystem von Gadus callarias, in Müller's Archiv 1842. — Derselbe, in den Denkschriften des Hamb. naturwissensch. Vereins. Hamburg 1845. — Derselbe, Symbolae ad anatomiam piscium. Rostockii 1839. — Derselbe, Ueber das Gehirn des Störs, in Müller's Archiv 1843. — M. J. Thuet, Disquisitio anatomica Psittacorum. Turic. 1838. — Tiedemann, Anatomie und Bildungsgeschichte des Gehirns im Foetus. Nürnberg 1816. — Derselbe, Icones cerebri simiarum et quorundam mammalium. Heidelb. 1821. — Derselbe, Vergleichung des Hirnes des Orang-Utang mit dem menschlichen, in dessen Zeitschr. f. Physiol. Bd. II. S. 17. Taf. IV. — Derselbe, Ueber das Delphingehirn, ebenda. Taf. 12. — Treviranus, Ueber die Hirn- und Sinneswerkzeuge des virginischen Beutelthieres, in dessen Zeitschr. f. Physiol. Bd. III. S. 45. Taf. X. — Derselbe, Ueber die hintern Hemisphären des Gehirns der Vögel, Amphibien u. Fische, ebenda, Bd. IV. S. 39. — Derselbe, De Protei anguinei encephalo. Göttingen 1818. — C. Vogt, Neurologie von Python, in Müller's Archiv 1839. — Derselbe, Beitr. zur Neurologie der Reptilien, in den neuen Denkschr. der allgem. Schweiz. Gesellschaft für die gesammten Naturw. Bd. IV. Neuchâtel 1840. — R. Wagner, Icones zootomicae. Lipsiae 1841. — Derselbe, Icones physiologicae. Taf. 23—26. Leipzig 1839. — Derselbe, Vorstudien zu einer wissensch. Morphologie des Gehirns. Göttingen 1860. — E. H. Weber, Anatomia comparata nervi sympathici. Lipsiae 1848.

1. Animales Nervensystem, Cerebrospinalsystem.

a. Centralorgane.

α) Vom Gehirn und Rückenmark überhaupt und dem des Menschen im Besondern.

Wenn man Bewusstsein, Willen und Denken als die vorzüglichsten Attribute der Seele betrachtet, so stellen Gehirn und Rückenmark, besonders ersteres, das Seelenorgan dar, da durch dasselbe jene Thätigkeiten vermittelt werden.

Gehirn und Rückenmark stehen durch die von ihnen ausgehenden Nerven — Cerebrospinalnerven — mit allen animalen Organen des Körpers, d. h. mit den Organen der Empfindung und Bewegung, sowie auch mit den Ein- und Ausgangstheilen der vegetativen Apparate in Verbindung, wodurch nicht allein der Verkehr der Seele mit dem Körper, sondern auch die Wechselbeziehung mit der, diesen umgebenden Aussenwelt unterhalten wird.

Das Rückenmark ist übrigens nicht in demselben Sinne als Centralorgan der Spinalnerven aufzufassen, als wie das Gehirn ein solches für die Cerebralnerven abgibt, da ein Theil der Elemente jener nicht in ihm, sondern im Gehirn sein centrales Ende hat, also alle Eindrücke, welche dieselben von ihren peripherischen Enden empfangen, nur durchleiten und dem Gehirn zuführen, sowie die Willensregungen, die sie auf die Organe der Bewegung zu übertragen haben, auch nur von letzteren ausgehen. In dieser Beziehung verhält es sich bloss wie ein Nervenstamm. Nur insoweit, als eine Anzahl der Elemente der Spinalnerven ihr centrales Ende in den Nervenzellen seiner, in seinem Innern liegenden grauen Substanz hat, ist es für diese Centralorgan und kommt ihnen auch eine eigene Thätigkeit

zu, vermöge welcher es von aussen zugeführte Eindrücke aufnimmt und motorische Regungen von sich selbst, unabhängig vom Einfluss des Gehirns, ausgehen lässt. Die motorischen Regungen gehen indessen unbewusst von Statten und die durch sie veranlassten Bewegungen sind unwillkürliche, automatische, wie auch die zugeleitete Empfindungserregung nicht zum Bewusstsein kommt. So nimmt das Rückenmark, wie es anatomisch viel einfacher sich verhält, als das höher organisirte Gehirn, auch funktionell eine viel tiefere Stufe als letzteres ein.

Das Gehirn dagegen ist das Hauptcentralorgan. In ihm liegen nicht allein die centralen Enden aller Cerebralnerven, sondern auch die der meisten Elemente der Spinalnerven. Die cerebrospinalen Nervenbahnen des ganzen Körpers kommen in ihm zusammen. Was auf die peripherischen Enden ihrer centripetalen Fasern einwirkt, wird ihm zugeleitet und zum Bewusstsein gebracht. Ebenso wird jede, von letzterem begleitete, Reaction und die, durch diese gesetzte, Erregung der centralen Enden ihrer centrifugalen Elemente, als Willensäusserung nach aussen, auf die motorischen Apparate übertragen.

Obschon die Formelemente, aus welchen das Gehirn sich aufbaut, mit denen mehr oder weniger übereinkommen, welche auch das Rückenmark bilden, so äussert es doch eine grosse Anzahl eigenthümlicher Thätigkeiten, die diesem abgehen, und zeigt auch eine Mannigfaltigkeit von Formen, in welche seine Substanz sich legt, die dem Rückenmark gänzlich mangelte und die Verwandtschaft mit diesem fast gänzlich verwischt. Ersteres ist bedingt durch die wunderbaren, nicht näher bekannten Kräfte, die den zelligen Elementen der grauen Hirnsubstanz inne wohnen; letzteres ist aber dadurch veranlasst, dass die Nervenelemente im Gehirn nach einem ganz andern Plan sich zusammenordnen und dadurch neue Formen erzeugen, aber auch Bauverhältnisse bedingen, die zu den schwierigst erkennbaren des ganzen Körpers gehören.

Was zunächst das Aeussere des Gehirns betrifft, so zerfällt dasselbe, wenn wir von dem vollkommensten, dem menschlichen, ausgehen, — durch einen tiefen queren Einschnitt in einen grösseren, oberen, vorderen und kleineren, unteren, hinteren Abschnitt — das Vorder- und Hinterhirn. Beide könnte man auch als Ober- und Unterhirn bezeichnen, was nicht allein ihre Lage, sondern auch ihre Bedeutung sowohl in baulicher als functioneller Beziehung kennzeichnen würde. Das erstere stellt nach Maassgabe seiner Grösse das grosse Hirn (*Cerebrum*) dar, während das letztere wieder in zwei Unterabtheilungen, in das kleine Hirn (*Cerebellum*) und das verlängerte Mark (*Medulla oblongata*) sich scheidet. Dieses vermittelt den Uebergang des Rückenmarks in das Gehirn und hat auch noch in Form und Bau mit ersterem die meiste Aehn-

lichkeit, während kleines und grosses Hirn sich ganz verschieden davon zeigen.

Das kleine Hirn besteht aus einem unpaaren mittleren Theil, dem Wurme (*Vermis*), und den paarigen Seitentheilen, den Halbkugeln (*Hemisphaeria cerebelli*). In letztere tritt jederseits vom verlängerten Mark ein, von diesem sich ablösender Markstrang ein, auf dem jene, wie die Frucht auf dem Stiel, gleichsam aufsitzen und desshalb auch die Stiele des kleinen Hirns (*Pedunculi cerebelli*) heissen. Die Aussenfläche der Hemisphären und des Wurmes ist durch zahlreiche Einfurchungen in zum Theil parallellaufende, schmale blättchenförmige Wülste, und durch tiefere Einspaltungen in grössere Abtheilungen, die s. g. Lappen (*Lobi cerebelli*) geschieden. Die beiden Hemisphären werden durch eine ansehnliche quere Mark-Commissur — die Brücke (*Pons*), — welche bogig, unter den zum grossen Hirn sich fortsetzenden Theilen des verlängerten Markes von einer Seite zur andern zieht, mit einander verbunden. Ebenso, wie untereinander, sind die Kleinhirnhemisphären auch mit dem grossen Hirn durch strangartige Markfortsätze — Brachia s. Crura cerebelli ad cerebrum s. ad corpora quadrigemina — verbunden.

Das grosse Hirn zeigt bezüglich seiner äussern Gestaltung manche Verwandtschaft mit dem kleinen Hirn. Es zerfällt auch, gleich diesem, in zwei Seitentheile oder Halbkugeln (*Hemisphæria cerebri*), die nur bestimmter, als dort, hervortreten, indem sie durch eine tief eindringende mediane Spalte (*Fissura longitudinalis cerebri*) schärfer von einander geschieden sind. Auch werden beide Halbkugeln durch eine mächtige markige Verbindungsmasse — die grosse Hirnkommissur oder den Balken (*Corpus callosum s. Trabs cerebri*) ähnlich, als die Hemisphären des kleinen Hirns durch die Brücke, mit einander verknüpft. Ebenso ist die Oberfläche der Hemisphären des grossen Hirns, wie am kleinen Hirn, durch Furchen (*Sulci cerebrales*) und Spalten vielfach eingeschnitten, wodurch in gleicher Weise, wie bei diesem, Randwülste und Lappenbildungen veranlasst werden. Nur sind die ersteren viel breiter und darmähnlich gewunden; daher sie auch Hirnwindungen (*Gyri cerebrales*) heissen. Die Lappen der beiden Hemisphären (Lobus anterior, inferior, superior, posterior et opertus) entsprechen sich beiderseits, nicht ganz aber die Hirnwindungen, und ist die Asymmetrie dieser um so augenfälliger, je vollkommener die Hirnentwicklung und je höher die Stufe ist, welche die Ausbildung der geistigen Kräfte erreichte. Nur einzelne Windungen bewahren sich, betreffs ihrer Gestalt und Richtung, eine gewisse Beständigkeit.

Wie am kleinen Hirn, treten auch in die Grosshirnhemisphären

Fortsetzungen des verlängerten Markes, die am vordern Rand der Brücke zum Vorschein kommen, als dicke runde Markstränge von unten ein, die sich zu ihnen ähnlich verhalten, als die Stiele des kleinen Hirns zu dessen Hemisphären; daher sie auch die Stiele oder Schenkel des grossen Hirns (*Pedunculi s. Crura cerebri*) bezeichnet werden.

Gehirn und Rückenmark schliessen in ihrem Innern noch Höhlungen ein, welche in diesem einen feinen Kanal — Central-Kanal (*Canalis centralis medullae spinalis*), in jenem grössere Räume — die sog. Hirnhöhlen (*Ventriculi cerebri*) darstellen. Letztere verhalten sich zu ersterem, wie das Gehirn zum Rückenmark, d. h. wie das Gehirn aus einer weiteren Entfaltung des Kopfendes des Rückenmarks hervorgeht, so stellen auch die Hirnhöhlen nur Erweiterungen des in's Gehirn sich fortsetzenden Kanales des Rückenmarkes dar.

Die Hirnhöhlen zerfallen in die des Hinterhirns (*Cavum encephali posterius*) und in die des Vorderhirns (*Cavum encephali anterius*), welche beide durch den Vierhügelkanal mit einander verbunden sind. Die Höhle des Hinterhirns (*Ventriculus quartus*) liegt zwischen Medulla oblongata und kleinem Hirn. Erstere bildet den Boden (*Fossa rhomboïdalis*), letzteres die Decke (*Tectum ventriculi quarti*). Sie ist von platter Form, in der Mitte am breitesten, nach hinten und vorn sich verengernd. Nach vorn setzt sie sich in den Vierhügelkanal fort, nach hinten steht sie 1) mit dem Centralkanal des Rückenmarks in Verbindung und 2) eröffnet sie sich durch einen Querspalt zwischen verlängertem Marke und kleinem Hirn nach aussen — die hintere Querspalte des Gehirns (*Fissura transversa encephali posterior s. cerebelli*). — Die Höhle des Vorderhirns zerfällt in eine in der Mitte liegende unpaare Abtheilung (*Ventriculus tertius cerebri s. medius*) und in zwei, in den Hemisphären des grossen Hirnes liegende paarige Seitentheile — die Seitenventrikel des Gehirns (*Ventriculi laterales cerebri*). Letztere stellen seitliche Ausstülpungen des ersteren dar, sind horizontal abgeplattete Räume, die nach vorn, hinten und seitwärts hörnerartige Ausbuchtung — das Vorder-, Hinter- und Seitenhorn genannt — bilden. Ihre Verbindung mit dem dritten Hirnventrikel ist das Foramen Monroi. Der Ventriculus tertius stellt einen senkrechten weiten Spalt dar, der, zwischen beiden Hemisphären liegend, beiderseits von den Sehhügeln begrenzt wird. Nach hinten steht dieser Hirnventrikel mit dem Vierhügelkanal in Verbindung; ausserdem eröffnet sich aber auch sowohl er, als auch der Seitenventrikel (das Seitenhorn desselben) noch nach aussen durch einen grossen Querspalt (*Fissura transversa encephali anterior s. cerebri*), dessen mittlerer Theil zwischen dem Balken und den Vierhügeln liegt, während

seine beiden Seitenschenkel zwischen den grossen Hirnschenkeln und dem Innenrand des Unterlappen des grossen Hirns sich befindet.

Diese Höhlungen im Gehirn und Rückenmark sind Ueberreste fœtaler Bildung. Die embryonale Anlage dieser Centralorgane besteht nämlich aus einem häutigen Rohre, das aus dem Schlusse einer, anfänglich dorsalwärts offenen Rinne (Fig. 523) hervorgeht, und dessen Kopfende (Fig. 524) unter gleichzeitiger Erweiterung seiner Höhlung den Ausgangspunkt für die Bildung des Gehirns abgibt, während der Rückgratstheil zum Rückenmark wird. Die Weite dieses Markrohres vermindert sich im Laufe der Entwicklung in dem Maasse mehr und mehr, als durch Ablagerung von Nervensubstanz die Dicke seiner Wandung

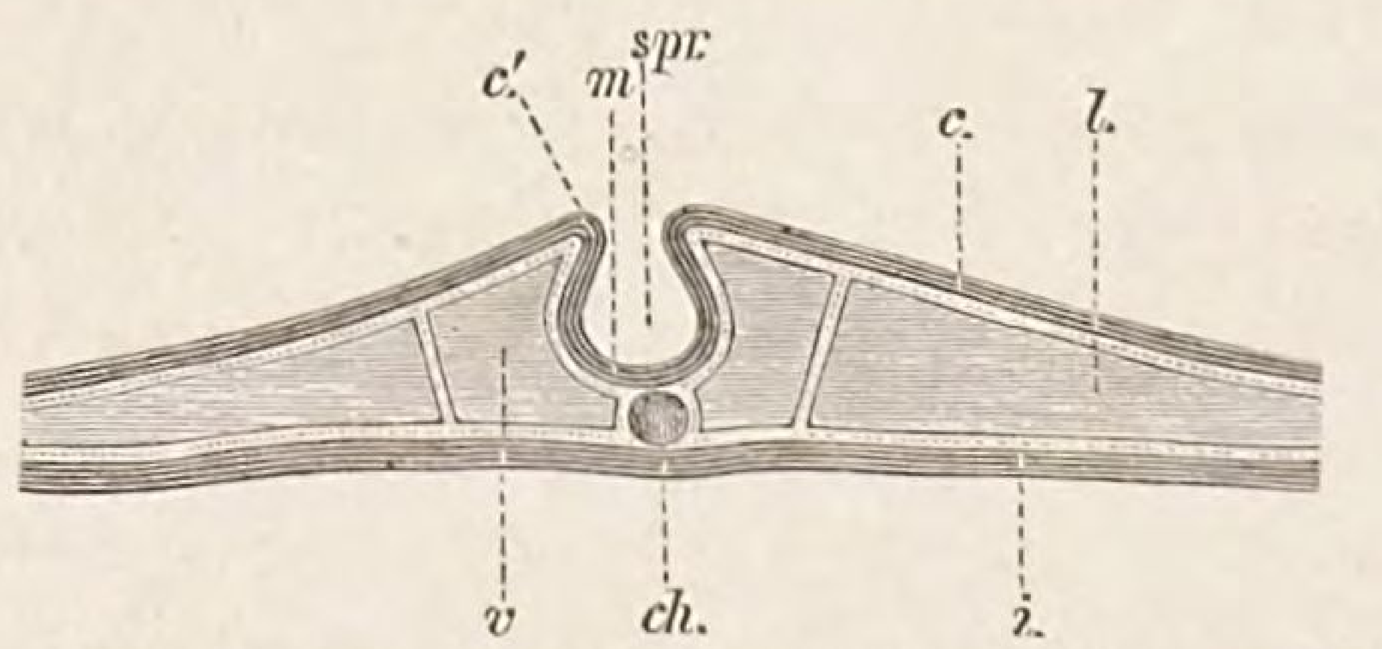


Fig. 523. Schematischer Querschnitt durch die Embryonalanlage vor Schluss der Rückenfurche. *ch* Chorda dorsalis. *spr* Primitivfurche. *m* Medullarplatte, in die Form einer Furche gelegt. *c* Hornblatt. *c'* Uebergang der Medullarplatte in das Hornblatt. *v* Urwirbel. *l* Seitenplatten. *i* Darmdrüsenblatt.

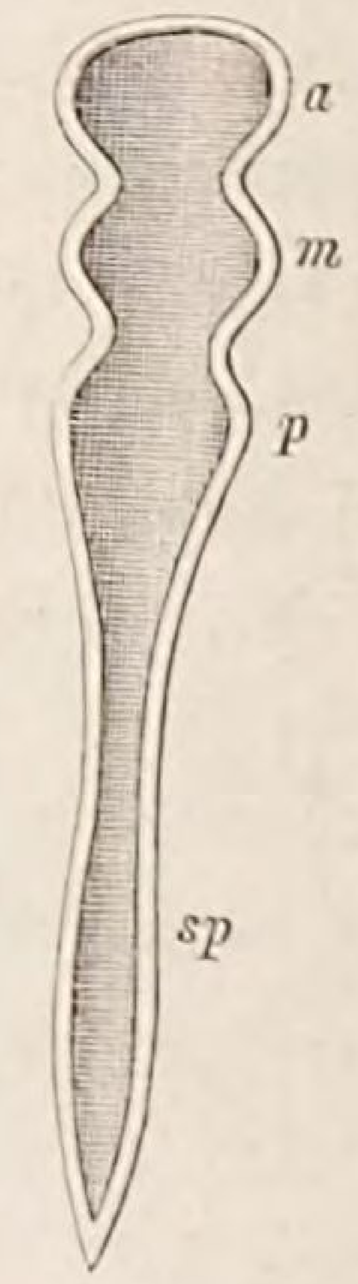


Fig. 524. Schema der ersten Anlage des Gehirns und Rückenmarkes. *a* Vordere Hirnblase. *m* Mittlere Hirnblase. *p* Hintere Hirnblase. *sp* Rückenmark.

zunimmt, bis schliesslich von der ursprünglichen Höhlung nur so viel übrig bleibt, als bei vollendeter Ausbildung des Gehirnes angetroffen wird.

Die Erweiterung des Kopfendes des ursprünglichen Medullarrohres scheidet sich durch Einschnürungen in drei blasenförmige Abtheilungen — die sog. Hirnblasen, — welche die erste Anlage für das gesammte Gehirn abgeben (Fig. 524). Aus der vordern Hirnblase (*a*) sprossen zwei seitliche Ausbuchtungen hervor, in welchen die Hemisphären des grossen Hirns sich bilden. Was von der Höhlung dieser Ausbuchtungen übrig bleibt, stellt die späteren Seitenventrikel dar, während die Höhlung des unpaar bleibenden Theils der vordern Hirnblase zum dritten Hirnventrikel wird. Die mittlere Hirnblase (*m*) bildet sich zu den Vierhügeln um. Ihre Höhle schliesst sich bis auf einen kanalförmigen Ueberrest, welcher der spätere Vierhügelkanal (sog. Aquaeductus Sylvii) ist. Die hintere Hirnblase (*p*) zerfällt durch Ausbuchtung auch in zwei secundäre, vor einander liegende Abtheilungen, von denen die vordere obere zum kleinen Hirn, die hintere untere zum verlängerten Mark sich umbildet. Was zwischen beiden von der Höhlung der ursprünglichen hintern Hirnblase übrig bleibt, stellt den vierten Hirnventrikel dar.

Da die vordere und hintere Hirnblase durch nachträgliche Theilung in zwei secundäre zerfallen, so besteht diesem nach die erste Anlage des Gehirns aus fünf Bläschen, von welchen v. Baer das erste, aus dem die Grosshirnhemisphären hervorgehen, das Vorderhirn, — das zweite, welches der unpaar gebliebene Theil der vordern ursprünglich einfachen Hirnblase ist und dessen Höhle zu dem dritten Hirnventrikel wird, das Zwischenhirn, — das dritte, in welchem die Vierhügel sich bilden, das Mittelhirn, — das vierte, aus dem das kleine Hirn hervorgeht, das Hinterhirn — und das fünfte, das zur Medulla oblongata sich umwandelt, das Nachhirn nannte. In neuerer Zeit wurde diese Eintheilung der fœtalen Hirnanlage auch auf das ausgebildete Gehirn angewendet und dieses, entsprechend den fünf ursprünglichen Hirnbläschen, in fünf Abtheilungen geschieden, denen die v. Baer'schen Bezeichnungen ertheilt wurden.

Diese Eintheilung des Gehirns auf Grund seiner Genesis hat nicht zu verkennende Vorzüge, insbesondere, wenn es sich um die Vergleichung der einfacheren Gehirnformen, die von der embryonalen Hirnanlage noch nicht sehr weit sich entfernt haben, wie dies bei den niederen Wirbelthieren der Fall ist, mit den vollkommneren der höheren Wirbelthiere und des Menschen handelt. Es lässt sich daraus die Erkenntniss gewinnen, wie die differenten Formen der letzteren aus den einfacheren der niedern Wirbelthiere und diese aus der, allen gemeinsamen embryonalen Anlage allmählig hervorgingen. Aber für das Verständniss der innern Organisation des Gehirns, seines Baues, ist diese Eintheilung weniger förderlich, ja die Zerfällung des grossen Hirns in Vorderhirn, Zwischenhirn und Mittelhirn ist gerade zu einem richtigen Einblick in die innere Organisation hinderlich, da natürlich zusammengehörige Hirntheile künstlich von einander geschieden werden. Dies mag es auch rechtfertigen, dass ich bei Betrachtung des Gehirns des Menschen und der höheren Wirbelthiere dieser Eintheilung nicht folgte. Ueberhaupt schien mir eine morphologische Untersuchung der ausgebildeten thierischen Organismen zu verlangen, dass die Disposition des der Betrachtung unterlegten Stoffes — wohin auch die Eintheilung gehört — nach dem Gewordenen getroffen werden müsse, und nicht nach dem, welches im Werden erst noch begriffen ist, zumal wenn das ausgebildete Organ, wie gerade das Gehirn, in so hohem Grade von seiner fœtalen Anlage morphologisch differirt.

Um den complicirten Bau des menschlichen Gehirns und seine Beziehung zu den in ihm waltenden Thätigkeiten nur annähernd verstehen zu können und an der Hand eines solchen Verständnisses auch die Verschiedenheiten, welche das Gehirn in der Reihe der Wirbelthiere darbietet, allmählig begreifen zu lernen, — muss man vor Allem berücksichtigen,

dass, wenn man die Summe der Hirnthätigkeiten als Seele zusammenfasst, man die Thätigkeiten dieser theils in solche scheiden muss, welche den Verkehr derselben mit den Körperorganen und durch diese mit der Aussenwelt unterhalten — *sinnliche Sphäre der Seelenthätigkeiten*, — theils in solche, welche auch ohne jenen Wechselverkehr mit dem Körper und der Aussenwelt sich schon offenbaren — *intellectuelle Sphäre der Seelenthätigkeiten*.

Die Denkthätigkeit schöpft zwar ihren Stoff hauptsächlich aus dem, was die Cerebrospinalnerven aus dem Körper und der Aussenwelt zuführen und im Gehirn zum Bewusstsein gelangen lassen, ohne welchen Sinnenverkehr jene wohl kaum sich entwickeln würde. Aber einmal zur Entwicklung gelangt, kann man sich dieselbe doch auch noch von Statten gehend denken, wenn selbst alle Sinnenthätigkeiten aufgehoben sind. Denn ein Mensch, dem plötzlich alle Sinnesnerven den Dienst versagten, so dass er keinerlei Kunde mehr erhielte weder von dem, was an seinem Körper, noch auch von dem, was in der ihn umgebenden Aussenwelt vor sich geht, würde wohl immer noch im Stande sein, über die Grösse und Härte des Unglückes, das ihn betroffen, nachzudenken.

Erwägt man nun, dass die *Nerven- oder Markfasern* nur *Leiter der Reize* sind, welche sie an einem ihrer beiden Enden treffen, die *Nervenzellen* dagegen die eigentlichen *Träger der dem Nervensystem innewohnenden Kräfte* sind, so darf man wohl annehmen, dass in dem Gehirn nur *die Anhäufung der grauen Substanz den eigentlichen Heerd der ihm eigenthümlichen Seelenthätigkeiten* bildet. Sind diese letzteren nun solche, welche in einem Verkehr mit dem übrigen Körper und mit der Aussenwelt bestehen, so müssen diejenigen, von grauer Substanz gebildeten Theile des Gehirns, in welchen die centralen Enden der Cerebrospinalnervenbahnen liegen, *die Heerde dieser sinnlichen Seelenthätigkeiten* sein, während diejenigen grauen Hirnbildungen, deren Nervenzellen mit Nervenfasern in Verbindung stehen, die nicht, wie dort, nur mit ihrem *centralen Ende* im Gehirn, mit ihrem peripherischen dagegen ausserhalb desselben, in den Körperorganen, liegen, — sondern *von den Zellen eines grauen Substanzbezirkes zu denen eines andern inerhalb des Gehirns sich begeben*, also mit *beiden Enden* in letzterem verbleiben, — im *Dienste jener innerlichen Vorgänge* stehen, welche die *höheren Seelenthätigkeiten* darstellen, die beim Menschen zur höchsten Entwicklung gelangen und den *Geist* desselben bilden.

Prüft man, an der Hand dieser Erwägungen, die innere Beschaffenheit, den *Bau des Gehirns*, so zeigt das *verlängerte Mark* schon dadurch wesentlich complicirtere Verhältnisse als das Rückenmark, dass

sowohl die von letzterem ihm zugehenden Elemente seiner Marksubstanz, als auch die seiner grauen Substanz in anderer Weise sich zusammenordnen als in diesem, und dadurch Bildungen hervorruft, die dem Rückenmark mehr oder weniger fremd blieben.

In seiner grauen Substanz, die grösstentheils auch noch im Innern liegt, nur dorsalwärts, wo sein Inneres durch Bildung der Fossa rhomboïdalis sich aufschliesst, an die Oberfläche gelangt, — hat ein Theil der Elemente der Cerebrospinalnerven sein centrales Ende; ja eine Anzahl von Cerebralnerven scheinen ihr Haupt-Centrum darin zu haben, da wenigstens die Thätigkeiten einiger Körperorgane (z. B. die Athemthätigkeit) ihren hauptsächlichsten Impuls von hier erhalten. Wenn nun schon die Lebensvorgänge im verlängertem Marke, zum Theil noch unbewusst und willenlos, automatisch von Statten gehende sind, so gibt doch ein Theil seiner grauen Substanz auch den Centralheerd für bewusste Vorgänge und Willensäusserung ab, da wenigstens ein Theil der von der Medulla oblongata abhängigen Körperthätigkeiten mit Bewusstsein und unter Willenseinfluss vor sich gehen.

Während nun ein Theil der Elemente der Cerebrospinalnerven entschieden in der grauen Substanz der Medulla oblongata ihr centrales Ende erreichen, geht ein anderer Theil derselben einfach nur durch dieselbe hindurch, um in Verbindung mit solchen, die von Nervenzellen der grauen Substanz desselben neu ausgehen, zum kleinen und grossen Hirn emporzusteigen. Soweit wäre das verlängerte Mark nach Bau und Funktion nur ein höher potenzirtes Rückenmark. Allein ausser dem Angeführten kommen dem verlängerten Marke noch Bildungen zu, die es dem kleinen und grossen Hirn verwandter machen und den Uebergang zu dem Bau der letzteren verbreiten. Nämlich ausser denjenigen Markformationen, deren Fasern mit dem einen Ende in den Nervenzellen der grauen Substanz des verlängerten Markes oder des kleinen und grossen Hirns, mit dem andern ausserhalb dieser Centraltheile in den Körperorganen liegen, mit denen die Cerebrospinalnerven in Verbindung stehen, — besitzt es auch noch solche, welche aus Fasern bestehen, die mit beiden Enden in ihm liegen, also verschiedene Abtheilungen seiner grauen Substanz unter einander verknüpfen. Sie umfassen theilweise äusserlich, theilweise im Innern diejenigen Markzüge, welche der Länge nach das verlängerte Mark durchziehen, haben zu diesem mehr einen transversalen Lauf und werden als Gürtelformation zusammengefasst. Diesen müssen wohl funktionelle Leistungen schon zukommen, die dem Rückenmark noch abgingen, aber denen des kleinen und grossen Hirns verwandter sind, weil solche Bildungen auch hier, wo sie nur entwickelter sind, sich wiederholen.

Kleines und grosses Hirn stehen einander bezüglich ihres Baues viel näher, als dem verlängerten Marke, obschon Bildungen, die den Uebergang verbreiten, dem letztern nicht fehlen.

Dem kleinen und grossen Hirn liegt bis zu einem gewissen Grade ein gemeinsamer Plan zu Grunde, nach dem beide sich aufbauen, der im ersteren nur auf tieferer Stufe der Ausbildung stehen bleibt, während er im letzteren zur vollkommensten Entfaltung gelangte.

Zu den Hemisphären des kleinen wie grossen Hirns treten strangförmige Markfortsätze des verlängerten Markes als deren Stiele (*Pedunculi*) ein, welche die Bahnen darstellen, durch die sowohl Erregungen, welche die Cerebrospinalnerven, das Rückenmark und die Medulla oblongata zuführen, centripetal nach dem kleinen und grossen Hirn, — als auch motorische Erregungen, die von diesen ausgehen, centrifugal nach aussen geleitet werden. Nur schliessen die Stiele des grossen Hirns in ihrem Innern noch etwas graue Substanz (*Substantia nigra*) ein, welche einzelnen ihrer Faserelemente ein centrales Ende gewähren, während die Stiele des kleinen Hirns solcher grauen Einlagerungen gänzlich entbehren.

In beiden Hirnen treten die Faserelemente dieser Hirnstiele zu Anhäufungen grauer Substanz, die kernartig im Innern der Hemisphären derselben liegen, — im kleinen Hirn den grauen Kern desselben (*Nucleus cinereus cerebelli s. corpus dentatum*), — im grossen Hirn die Hirnganglien (*Ganglia cerebri*) darstellen, in deren Nervenzellen die Fasern der Hirnstiele, wenn vielleicht auch nicht ausschliesslich, so doch hauptsächlich ihr centrales Ende finden. Solcher Hirnganglien gibt es drei Paare, ein hinteres, mittleres und vorderes Paar, die wie Knöpfe auf dem Hirnstiel aufsitzen.

Das hintere Paar stellt die Vierhügel (*Corpora quadrigemina*) dar, welche die kleinsten und in der Medianlinie, bis auf eine äusserlich sie scheidende Längsfurche, mit einander verwachsen sind. Dadurch, dass diese beiden länglichen Hügelmassen auch noch eine quere, mit jener sich kreuzende Einfurchung erhielten, stellen sie eine vierhügelige Anschwellung dar; daher der Name. Unter ihm geht ein Kanal — der sog. Aquaeductus Sylvii — durch, der den vierten Hirnventrikel mit dem dritten verbindet. Vor den beiden vordern Hügeln liegt die hintere Hirncommissur und über dieser die Zirbel, welche die beiden mittleren Hirnganglien verknüpfen. Diese oder das mittlere Ganglien-Paar sind schon mächtiger, und die beiderseitigen Hügelmassen sind nicht allein nicht mehr in der Medianlinie mit einander verwachsen, sondern durch einen weiten Spalt, den sog. dritten Hirnventrikel, sogar von einander getrennt. Nur eine schwache verbindende graue Masse — die mittlere

oder weiche Hirncommissur — erscheint als Ueberrest der bei den vorhergehenden bestandenen engen Verbindung. Da die Sehnerven zum Theil aus ihnen ihren Ursprung nehmen, erhielten sie den Namen der Sehhügel (*Colliculi s. Thalami optici*). Der von grauer Substanz gebildete Boden der zwischen ihnen liegenden dritten Hirnhöhle senkt sich vorn trichterförmig nach unten — Hirntrichter (*Infundibulum cerebri*), so dass an der untern Fläche des Gehirns dadurch eine kegelförmige graue Vorragung — Tuber cinereum — entsteht, welche mit ihrem dünnen Ende, in das sie ausläuft, ein haselnussgrosses, graues, gefässreiches, räthselhaftes Gebilde, den sog. Hirnanhang (*Hypophysis cerebri*), trägt.

Das vordere Ganglien-Paar, gewöhnlich die Streifenhügel genannt, ist das mächtigste und seine beiderseitigen Massen sind noch weiter von der Medianlinie gewichen und tiefer in die Hemisphären eingebettet. Ihre Trennung von einander ist auch nicht mehr durch eine zwischen ihnen einschneidende spaltförmige Höhle, sondern durch ein markiges Septum — Septum pellucidum — vollzogen. Die das Innere dieser Hügel bildende graue Masse wird bedeutender, als bei den vorhergehenden, durch die von den Hirnschenkeln von unten eintretenden Markfasern zerklüftet, wodurch theils die sogenannten Kerne (*Nucleus caudatus lentiformis et taeniaeformis*), theils die Streifung entsteht, in welcher weisse mit grauer Substanz abwechseln. Verknüpft werden die beiden vordern Hirnganglien untereinander nur durch die vordere Hirncommissur.

Von den Nervenzellen dieser grauen Kerne gehen wieder Markfasern aus, die strahlig nach der Hirnoberfläche ziehen, wo ihre Enden mit den Zellen einer grauen Substanzlage in Verbindung treten, die rindenartig die Oberfläche beider Hirne deckt und die Klein- und Grosshirnrinde (*Cortex cerebelli et cerebri*) darstellt. Man kann diese von den Hirnkernen strahlig ausgehende und die letztern mit der Hirnrinde verknüpfende Markformation die Markstrahlung des kleinen und grossen Hirns bezeichnen.

Die Rinde beider Hirne überzieht die Oberfläche derselben nicht glatt, sondern erscheint in zahlreiche Falten gelegt, deren Einbiegungen die Hirnfurchen und Spalten darstellen, während ihre Ausbiegungen die Blättchen und Läppchen am kleinen, und die Hirnwindungen und Lappen am grossen Hirn veranlassen. Da durch diese Faltenbildung die Rinde eine viel grössere Flächenausbreitung erlangt, als ohne dieselbe, und diese Flächenvergrösserung der Rinde um so nothwendiger wird, je grösser die Menge der sie bildenden Elemente und die Zahl der von Innen zu letzteren tretenden Fasern der Markstrahlung ist, — so muss die Faltenbildung ein äusserer Ausdruck sein für die Mächtigkeit sowohl der Formation der

Markstrahlung als auch der Rinde, wie auch für das Maass der Entwicklung der in diesen Bildungen waltenden Thätigkeiten.

Im kleinen wie im grossen Hirn stehen die Nervenzellen nachbarlicher Windungen oder nachbarlicher Blättchen und Läppchen durch Markfaserzüge mit einander in Verbindung, die von einer Wendung oder einem Blättchen ausgehen, unter der Hirnfurche bogig durchziehen und in die nächste Windung oder das nächste Blättchen oder Läppchen emporsteigen.

Diese Bogenfaserformation, die von Burdach Massa explementi bezeichnet wurde, ist indess am kleinen Hirn nur schwächlich, kaum erkennbar entwickelt, dagegen am grossen Hirn mächtig ausgebildet und wird hier noch durch eine andere ähnliche Formation verstärkt, welche aus zum Theil ansehnlichen Markzügen besteht, deren Fasern die Rinde von entfernter gelegenen Windungen derselben Hemisphäre mit einander in Verknüpfung bringen (Fasciculus longitudinalis, arcuatus, uncinatus, fornicatus). Wenn man die Zellen der grauen Substanz der Rinde als die Träger gewisser seelischer Kräfte betrachtet, so kann man wohl die eben geschilderten Bildungen als den äusseren Ausdruck einer Vereinigung nachbarlicher oder von einander entfernter Bezirke der grauen Rinde zu gemeinsamer Action oder gegenseitiger Verstärkung ansehen.

Wie durch vorausgehende Formationen differente Rindentheile derselben Hemisphäre mit einander in Verband gesetzt wurden, wird auch die gesammte Rinde der Hirnhemisphäre der einen Seite mit derjenigen der andern Seite durch eine Markformation in Verbindung gebracht, die am kleinen Hirn die Brücke, am grossen den Balken darstellt. Beide werden von querlaufenden Fasern gebildet, deren eines Ende von den Zellen der grauen Rinde der einen Hemisphäre ausgehen, eine Strecke weit zwischen den Fasern der Markstrahlung durchziehen, dann aus der Hemisphäre heraus und in die anderseitige wieder eintreten, um sich in den Zellen der entsprechenden Theile der Rinde dieser Hemisphäre zu endigen. Die Mitteltheile dieser mächtigen Markformation, welche zwischen beiden Hemisphären frei liegen, bilden am kleinen Hirn die eigentliche Brücke (*Pons*), am grossen den eigentlichen Balken (*Corpus callosum*), während die in den beiderseitigen Hemisphären liegenden peripherischen Seitentheile, wegen ihrer strahligen Anordnung, dort Brückenstrahlung, hier Balkenstrahlung genannt werden können. Mit der Markstrahlung bildet sie im Innern jeder Hemisphäre jene, die grauen Hirnkerne umschliessende mächtige Markmasse, die auf Durchschnitten als eine einheitliche erscheint und Markkörper des kleinen und grossen Hirns bezeichnet zu werden pflegt.

Bis hierher ist der gemeinsame Plan des Baues des kleinen und grossen Hirns nicht zu verkennen. Aber ausser diesen geschilderten An-

ordnungen kommen beiden noch Besonderheiten zu, indess weniger dem kleinen, als dem grossen Hirn. Am kleinen Hirn ist nur das Eine hervorzuheben, dass aus den beiden Hemisphären desselben, und zwar vorzüglich aus deren grauem Kerne noch zwei Markfortsätze hervorkommen, die nach vorn zu den Kernen des grossen Hirns ziehen — die sog. Crura cerebelli ad cerebrum s. ad corpora quadrigemina — sonach kleines und grosses Hirn in Verbindung bringen und Erregungen von ersterem zu letzterem und umgekehrt zu leiten bestimmt sind.

Im grossen Hirn finden sich noch auffallendere Einrichtungen, die ihm eigenthümlich sind. Sie bestehen 1) in strangförmigen Markformationen, welche Commissuren der beiderseitigen Hirnganglien darstellen, d. h. aus querlaufenden Fasern bestehen, deren eines Ende in den Nervenzellen der Hirnganglien der einen Seite, ihr anderes in denen der andern Seite liegt (*Commissurae cerebri, anterior et posterior*); 2) in einem aus grauer Substanz bestehenden unpaaren, kleinen, tannenzapfähnlichen Gebilde — der sog. Zirbel (*Conarium s. Glandula pinealis*), welches vor und auf den hintern Hirnganglien seine Lage hat und durch seine Markfasern, die von seiner grauen Substanz ausgehen, theils mit den mittleren Hirnganglien, theils auch mit dem nachfolgenden Gebilde, dem Gewölbe, in Zusammenhang steht; 3) in einem eigenthümlichen schraubenförmig gewundenen Markgebilde, das nach seiner Form und Lage das Gewölbe (*Fornix cerebri*) genannt wird. Es stellt eine aus Markfasern bestehende Bildung dar, welche die mannigfaltigste Verknüpfung zwischen dem grauen Kernbezirk der Hemisphäre und deren Rinde vermittelt. Die dasselbe bildenden Markfasern gehen von den mittleren Hirnganglien aus, steigen zur untern Fläche des grossen Hirns herab — Radix descendens, — bilden unter schleifenförmiger Umbiegung und Untermengung mit grauer Substanz hier die Corpora candicantia, steigen, in die graue Substanz des Hirntrichters eingebettet, wieder in die Höhe — Radix ascendens, — gehen, indem sie aus jener hervortreten und vor den mittleren Hirnganglien und der zwischen letzteren liegenden dritten Hirnkammer emporziehen, in die sog. Säulchen des Gewölbes (*Columnae fornicis*) über, geben sodann hier Markabzweigungen ab zur Bildung des Septum pellucidum, der Stria terminalis und medullaris, wodurch sie mit dem Balken, den Hirnganglien und der Zirbel in Verbindung gebracht werden, — vereinigen sich hiernach zu dem, ein dreieckiges plattes Markgebilde darstellenden, den dritten Hirnventrikel deckenden und an der untern Fläche des Balkens angewachsenen Körper des Gewölbes, trennen sich aber an dessen hinterem Ende wieder in zwei aus einander weichende platte Züge — die sog. Schenkel des Gewölbes — und gehen in Gemeinschaft mit der Ausstrahlung des hintern Endes des Balkens theils in die In-

nenwand des Hinterhorns des Seitenventrikels, theils in den Boden des absteigenden Hornes desselben aus, um hier mit der grauen Substanz einzelner, von aussen herein sich stülpender Hirnwindungen in Verbindung zu treten und mit diesem Theil der Hirnrinde die, in diesen Höhlungen sichtbaren wulstförmigen Gebilde zu erzeugen, die im Hinterhorn die sog. Vogelsklaue (*Calcar avis s. Pes hippocampi minor*), im Seitenhorn das Ammonshorn oder der grosse Seepferdefuss (*Cornu ammonis s. Pes hippocampi major*) bezeichnet werden. Dieses Gewölbe ist sonach eine höchst eigenartige Markformation des grossen Hirns, das mit allen übrigen Bildungen beider Hemisphären in Verbindung steht. Für die durch das grosse Hirn sich äussernden höhern Seelenthätigkeiten muss dieses Gebilde wohl auch von ganz besonderer Wichtigkeit sein. Welche Rolle ihm dabei zukommt, darüber wissen wir allerdings nichts. Allein so viel lässt sich wohl darüber aussagen, dass, wie anatomisch verschiedene Hirngebilde durch dasselbe mit einander in Verbindung gesetzt werden, es wohl auch die verschiedenen Hirnthätigkeiten mit einander verknüpft, eine auf die andere einen Einfluss üben lässt und dadurch eine einheitliche und harmonische Action herbeiführt.

Wirft man auf die Hirngebilde noch einmal einen Rückblick, so kann man nicht verkennen, dass die Mannigfaltigkeit derselben eben so gross ist, als die der Hirnthätigkeiten. Man ist also auch berechtigt, anzunehmen, dass, wie die differenten Körperorgane die Träger differenter Functionen sind, auch das Gleiche für die Gebilde des Gehirns wohl angenommen werden darf, sie auch das materielle Substrat für die verschiedenen Thätigkeiten sind, welche durch das Hirn sich offenbaren. Allerdings sind wir noch nicht in der Lage, von diesen verschiedenen Gebilden des Gehirns angeben zu können, welchen Thätigkeiten das eine, und welchen das andere dienstbar sei. Was man in dieser Beziehung bei Verletzung und Krankheiten des Gehirns beim Menschen und durch Experimente an Thieren hat kennen gelernt, gestattet nur unsichere und zweifelhafte Schlüsse auf die den einzelnen Gehirntheilen inne wohnenden Thätigkeiten. Vom grossen Hirn lässt sich nur so viel aussagen, dass die Hirnganglien, da sie durch die Hirnschenkel mit den meisten Cerebrospinalnervenbahnen in Verbindung stehen, den Hauptheerd derjenigen Thätigkeiten bilden, die in einem Verkehr der Seele mit dem Körper und der Aussenwelt bestehen, während die übrigen Bildungen, welche jene umlagern und aus der Markstrahlung mit der Rinde, aus dem peripherischen Bogenfasersystem, aus dem Balken, seiner Markstrahlung und aus dem Gewölbe mit seinen Anhangsgebilden bestehen — da sie sämmtliche

Markfasern enthalten, welche mit ihren beiden Enden im Hirn liegen, und mit Nervenzellen desselben in Verbindung stehen, — wohl den Sitz der höheren Seelen- und Verstandesthätigkeiten abgeben. Die letzteren Bildungen machen auch die Hauptmasse der Grosshirnhemisphären aus, umschliessen die Hirnganglien fast allseitig, daher sie auch als Hirnmantel (*Pallium cerebri*) zusammengefasst werden, während die Ganglien, die, wie der Kern in der Schale, darin eingeschlossen sind, als Hirnkern unterschieden werden.

Die Ausbildung des Hirnmantels steht mit der Ausbildung der höheren Seelenthätigkeiten in geradem Verhältniss. Beim Menschen ist er um so mehr entwickelt, je höher die Stufe ist, zu welcher die Ausbildung dieser gelangte. Ebenso tritt seine Ausbildung um so mehr in der Reihe der Wirbelthiere zurück, je mehr seine Thätigkeiten in Wegfall kommen.

β) Vom Gehirn und Rückenmark der Wirbelthiere.

Während das Rückenmark bei den Wirbelthieren mehr Gleichförmigkeit zeigt, bietet das Gehirn eine Verschiedenheit und Mannigfaltigkeit in Form und Ausbildung dar, wie kaum ein anderes Organ in höherem Grade.

Diese Verschiedenheiten lassen sich im Allgemeinen schon begreifen, wenn man erwägt, dass, wie andere Körperorgane weniger zur Ausbildung kommen oder ganz schwinden, wo die Anforderung an ihre functionelle Leistung eine geringere wird oder diese ganz wegfällt, — in gleicher Weise auch die verschiedenen Bildungen des Gehirns, welche ebenfalls Träger verschiedener Thätigkeiten sind, verschiedene Grade der Ausbildung wohl zeigen müssen oder einzelne selbst ganz schwinden werden, wo die Functionen derselben beschränktere sind oder ganz fehlen.

Da nun von den zwei Seiten der Hirnthätigkeiten die intellectuelle selbst bei den höchststehenden Säugethieren stets bedeutend weniger ausgebildet ist, als beim Menschen, und in der Reihe der Wirbelthiere, von den höheren zu den niederen, in immer beschränkterem Maasse sich kund gibt, bis sie schliesslich ganz zu schwinden scheint, — während die sinnliche bei allen Thieren vorhanden ist, nur nach der Verschiedenheit der Lebensverhältnisse, nach der grösseren Mannigfaltigkeit oder Einförmigkeit des Verkehres mit der Aussenwelt doch wieder verschieden ausgebildet sich zeigt, — so wird das Gehirn selbst bei den höchststehenden Wirbelthieren unvollkommener sein, als das menschliche. Die Abänderungen und Rückbildungen, welche es von den obern Klassen bis zu den tiefer stehenden erleidet, betreffen vorwiegend den Mantelbezirk. Mit dem Schwinden des letzteren bleiben nur diejenigen Bildungen übrig, welche vorzüglich die Träger derjenigen Functionen sind, welche mit den Körperbewegungen, mit den Sinneswahrnehmungen, mit der Lebens- und

Ernährungsweise des Thieres und mit der Fortpflanzung seiner Gattung in Beziehung stehen.

Wenn uns die Functionen der einzelnen Hirntheile eben so sicher bekannt wären, als wir wissen, dass der M. triceps brachii den Ellenbogen streckt, die Leber Galle absondert, das Herz die Blutbewegung bewirkt u. s. w., so könnten wir an der Hand der Abänderungen, welche Form und Bau des Gehirns bei den Thieren erleiden, ein ebenso vollständiges Verständniss für die Abänderungen der Hirnfunctionen der Thiere gewinnen, als wie das Verständniss für die Verschiedenheiten und Abänderungen, welche die physiologischen Leistungen der übrigen Körperorgane in der Reihe der Thiere erfahren, durch die Kenntniss der Abänderungen, welche Form und Bau derselben erleiden, ermöglicht wird. Allein, da einestheils unser Wissen von den Functionen des menschlichen Gehirns noch nicht soweit gediehen ist, um nach den Verschiedenheiten und Abänderungen, welche der Bau des Wirbelthiergehirns jenem gegenüber zeigt, die functionellen Abänderungen und Verschiedenheiten bemessen zu können, anderntheils auch wir mit dem Leben der Thiere und dessen Eigenthümlichkeiten noch zu wenig vertraut sind, um daraus gültige Schlüsse auf die Bedeutung der Abänderungen des Hirnbaues derselben ziehen zu können, — so bleiben die meisten Verschiedenheiten, welche die Anatomie des Gehirns der Thiere uns lehrt, zur Zeit noch für die Erkenntniss und Beurtheilung der Verschiedenheiten der Hirnfunctionen mehr oder weniger unverwerthbar. Wir müssen deshalb für jetzt uns darauf beschränken, die morphologischen Verschiedenheiten und die Abänderungen, welche der Hirnbau des Menschen in der Reihe der Thiere erfährt, einstweilen nur zu constatiren, um wenigstens das Material für eine künftige Functionslehre des Gehirns vorzubereiten.

a) *Vom Rückenmark der Wirbelthiere.*

Es bietet nicht so zahlreiche Verschiedenheiten in seiner Gestaltung und Anordnung dar, als das Gehirn. Seiner Masse nach prävalirt es über letzteres um so mehr, je kleiner und einfacher dieses auftritt. Meistens ist es ein, der Länge des Kanals der Wirbelsäule entsprechender Markstrang von mehr oder weniger rundlicher, nur selten (wie bei den Cyclostomen) ganz platter Form, welcher die mit doppelten Wurzeln entspringenden Spinalnerven nach beiden Seiten entsendet und ganz allgemein in seinem Innern den Centralkanal enthält. Auch eine mediane Längsspalte oder Längsfurche an seiner ventralen und dorsalen Fläche kommt fast überall vor. Beim Uebergang in's Gehirn eröffnet sich der Centralkanal zu der überall vorhandenen Rautengrube (*Sinus rhomboïdalis*). Bei den Vögeln kommt die Bildung einer solchen

auch am Lendentheil des Rückenmarkes — Sinus rhomboïdalis posterior — vor (Fig. 525 *rh'*).

Wo starke Spinalnerven vom Rückenmark abgehen, ist der Umfang des letztern durch Vermehrung seiner im Innern liegenden grauen Substanz grösser, als da, wo die Spinalnerven schwächer sind. Daher bei allen Wirbelthieren mit 4 Gliedmassen, ähnlich wie beim Menschen an der Abgangsstelle der starken Gliedmassennerven, zwei Anschwellungen (Fig. 525 *J.c* *J.l*) am Rückenmark sich finden, eine vordere (*Intumescentia cervicalis*) am Abgang der starken Armnerven, und eine hintere (*Intumescentia lumbalis*), welche den starken Schenkelnerven entspricht. Wo ein Gliedmassenpaar in Wegfall kommt, fehlt dann auch die entsprechende Rückenmarksanschwellung, und wo beide Gliedmassenpaare fehlen, werden auch beide Anschwellungen vermisst. Daher bei Cetaceen, denen die hintern Gliedmassen mangeln, nur die vordere Anschwellung sich vorfindet, und bei den Schlangen, denen die Gliedmassen ganz fehlen, auch beide Anschwellungen fehlen. Bei Bipes, wo die vorderen Gliedmassen fehlen, die hintern dagegen, wenn auch zu Stümmeln verkümmert, vorhanden sind, soll nur die vordere Anschwellung, — und bei Chirotes, dem nur die vordern Gliedmassen zukommen, die hintern Anschwellungen fehlen (R. Wagner).

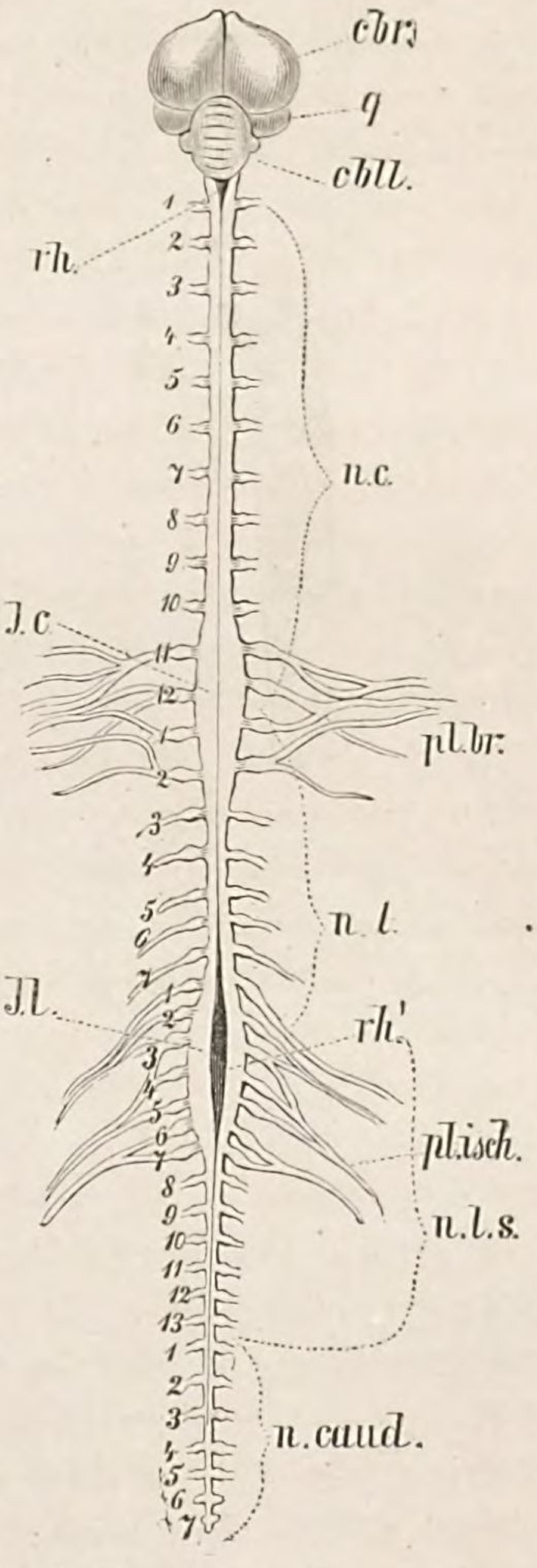


Fig. 525. Gehirn u. Rückenmark von der Haustaube (*Columba domestica*), nach E. D'Alton. *cbr* Grosses Hirn (*Cerebrum*). *q* Vierhügel (*Corp. quadrigemina*). *cbll* Kleines Hirn (*Cerebellum*). *rh* Sinus rhomboïdalis anterior. *nc.* Nervi cervicales. *Ic* Intumescentia cervicalis. *pl.br* Plexus brachialis. *n.l* Nervi lumbales. *I.l* Intumescentia lumbalis. *rh'* Sinus rhomboïdalis posterior. *pl.isch* Plexus ischiadicus. *n.caud.* Nervi caudales.

Wo einzelne Spinalnerven besonders entwickelt sind, kann das Rückenmark sogar diesen Einzelnerven entsprechende Anschwellungen zeigen, wie dies namentlich bei einigen Fischen, z. B. bei Trigla, Exocœtus u. a. gefunden wird, wo dieselben dem Abgange der starken Nerven für die grossen Brustflossen entsprechen (Fig. 526).

Bei den meisten Wirbelthieren zieht



Fig. 526. Gehirn von Trigla adriatica. *l.h'* Lob. haemisphaericus. *l.o* Lob. opticus. *cbll* Cerebellum. *sp* Medulla spinalis. *sp'* Anschwellungen des Anfangstheils derselben, von welchem die starken Nerven der grossen Brustflossen entspringen.

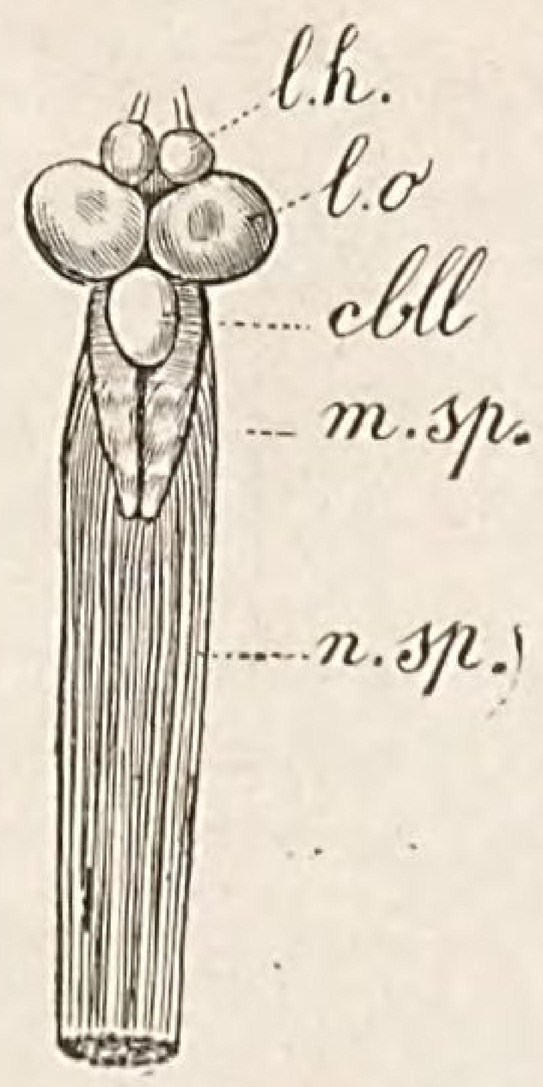


Fig. 527. Gehirn und Rückenmark von Orthagoriscus mola. *l.h* Lob. haemisphaericus. *l.o* Lob. opticus. *cbll* Cerebellum. *m.sp* Medulla spinalis, sehr verkürzt und einzelne Anschwellungen zeigend. *n.sp* Lange Wurzeln der Spinalnerven.

sich das Rückenmark durch den ganzen Kanal der Wirbelsäule hindurch, ähnlich, wie in der frühesten Zeit des menschlichen Foetus. Doch bei manchen zieht es sich, gleich wie beim Menschen, mehr oder weniger zurück, und gibt dadurch Anlass zur Bildung der sog. Cauda equina.

Bei den Säugethieren ist dieselbe meistens schwach ausgebildet. Bei den Carnivoren und Affen etwas stärker und dem Menschen ähnlicher. Bei einigen Säugethieren indess, wie bei Chiropteren, beim Igel und Echidna, kann die Verkürzung der Medulla spinalis auch über das dem Menschen eigene Maass hinausgehen und in der Mitte der Rückengegend schon enden. Bei niedern Wirbelthieren, mit mehr kurzem gedrungenem Körper, wie unter den Amphibien bei den schwanzlosen Batrachiern ist auch das Rückenmark von kurzer gedrungener Gestalt. Den höchsten Grad der Verkürzung erfährt es indess unter den Fischen, bei Lophius, Orthagoriscus u. a. (Fig. 527), wo das ganze Rückenmark kaum die Länge des Gehirns übertrifft und mit den sämmtlichen Spinalnerven nur einer Cauda equina gleicht.

b) *Gehirn der Wirbelthiere.*

aa) Der Säugethiere.

Das verlängerte Mark ist im Vergleich zum kleinen und grossen Hirn durchweg grösser, als beim Menschen; nur bei den Affen steht es im Verhältniss zur Grösse des übrigen Gehirns dem menschlichen näher. Die Oliven sind weniger ausgeprägt und enthalten, wie es scheint, nur bei Thieren, deren Hirn eine vollkommenere Ausbildung erlangte (Affen, Delphinen u. a.), die gezahnten Kerne. Die Kreuzung der Pyramiden scheint sich übrigens allgemein vorzufinden.

Am kleinen Hirn sind die Seitentheile oder Hemisphären unvollkommener, als beim Menschen, ausgebildet. Doch ergeben sich hier sehr verschiedene Grade der Rückbildung. Am vollkommensten noch, und dem menschlichen am ähnlichsten, ist das kleine Hirn der Affen (Fig. 528).

Weniger schon bei den Carnivoren (Fig. 529 *cbll*), Wiederkäuern, Einhufern, Robben u. a. In noch höherem Grade treten sie bei den Nagern (Fig. 530 u. 531), Chiropteren, Edentaten, Beutelthieren und be-

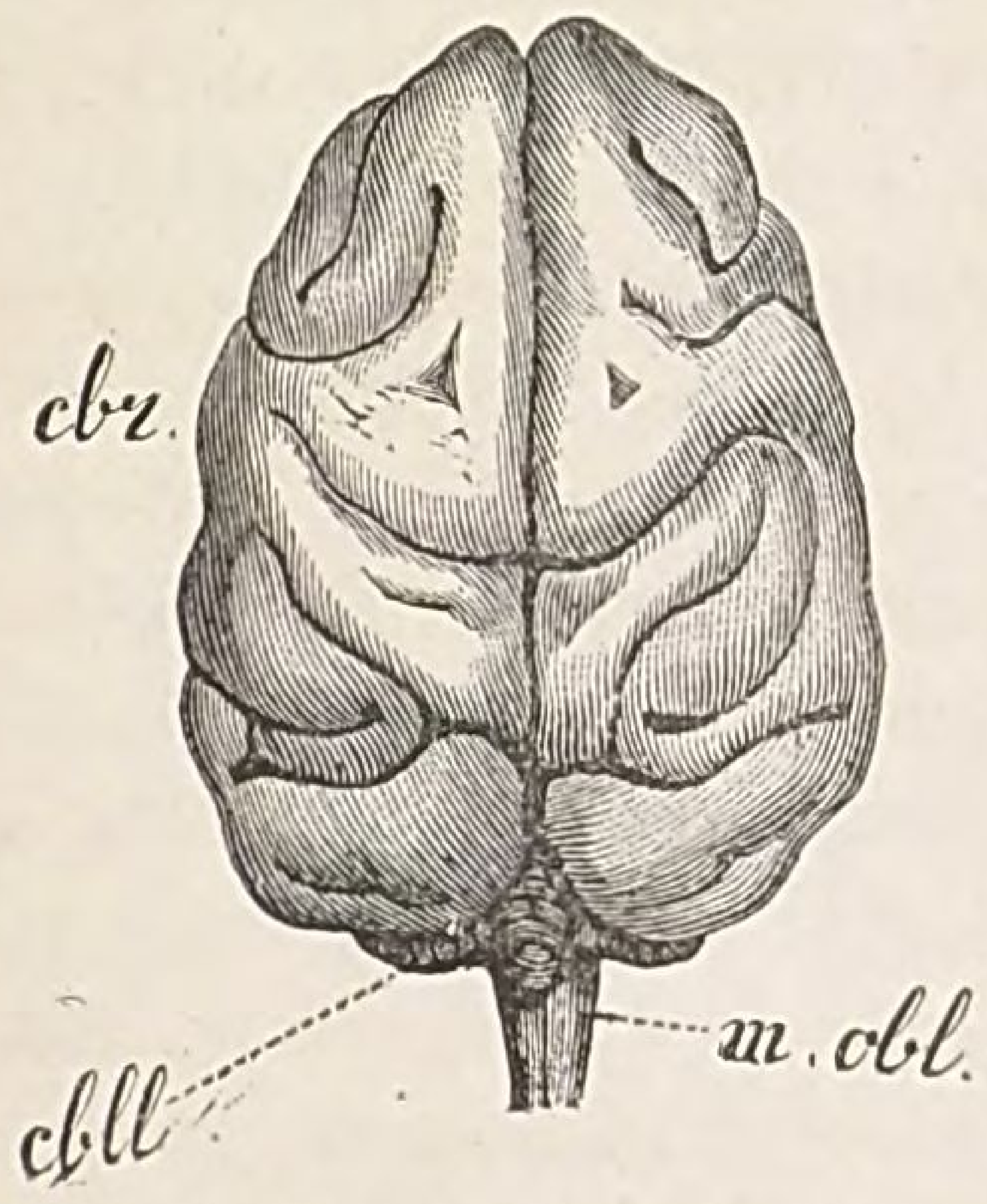


Fig. 528. Gehirn von Simia Inuus, von oben gesehen (½ natürl. Grösse). *cbr* Grosses Hirn (*Cerebrum*). *cbll* Kleines Hirn (*Cerebellum*). *m.obl* Verlängertes Mark (*Medulla oblongata*).

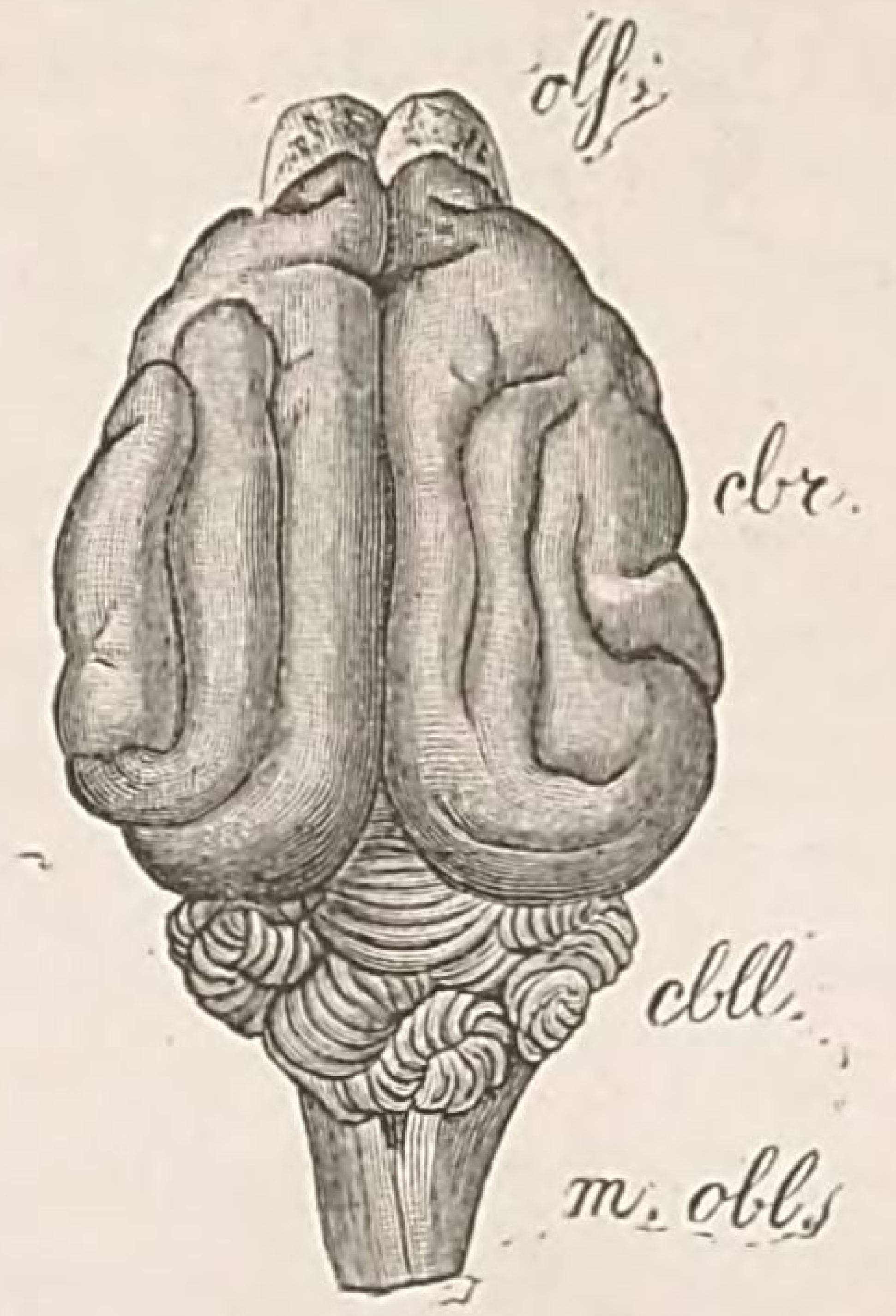


Fig. 529. Gehirn der Katze (*Felis domestica*), von oben dargestellt. *olf* Riechnerv (*N. olfact.*). *cbr* Grosses Gehirn (*Cerebrum*). *cbll* Kleines Gehirn (*Cerebellum*). *m.obl* Verlängertes Mark (*Medulla oblongata*).

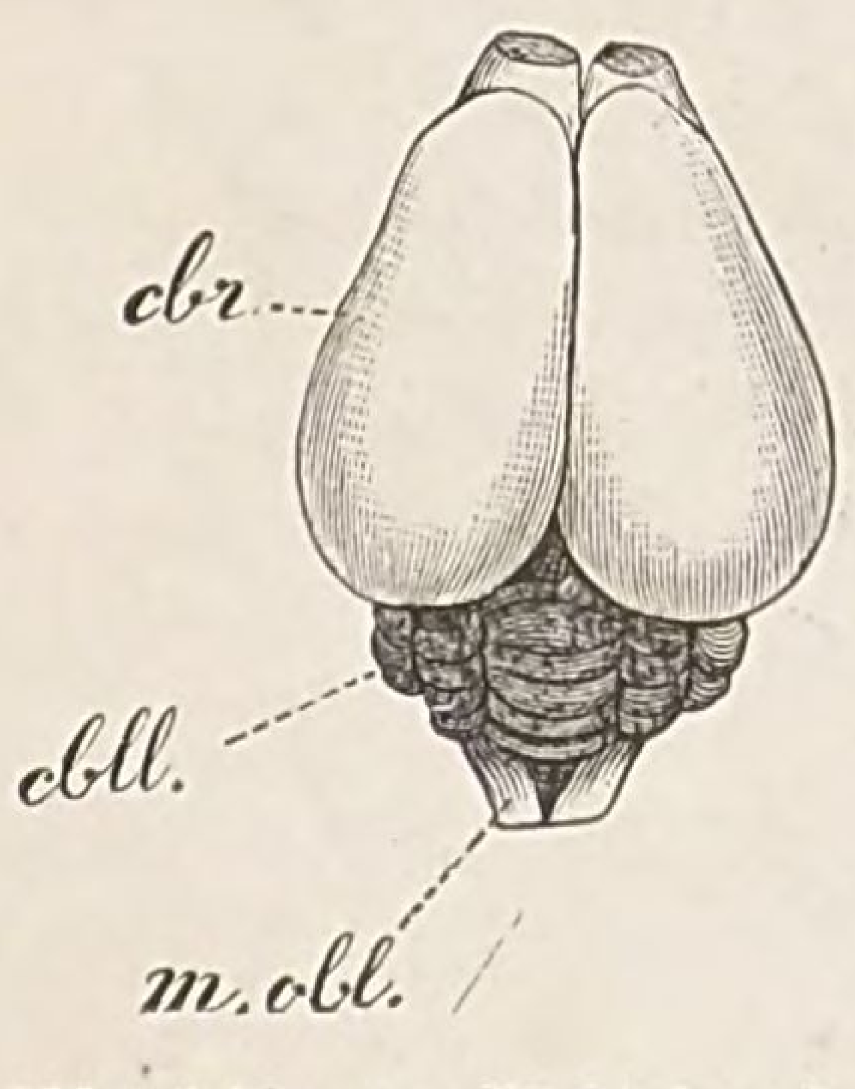


Fig. 530. Gehirn vom Eichhörnchen (*Sciurus vulgaris*), von oben gesehen. *cbr* Cerebrum. *cbll* Cerebellum. *m.obl* Medulla oblongata.



Fig. 531. Gehirn der (weiblichen) Wasserratte (*Hypudaeus amphibius*), von oben. *olf* N. olfactorius. *cbr* Cerebrum. *cbll* Cerebellum. *m.obl* Medulla oblongata.

sonders den Monotremen zurück, so dass der mittlere Theil, der sog. Wurm — über sie das Uebergewicht gewinnt. In gradem Verhältniss steht mit dieser Verkümmerung der Kleinhirnhemisphären auch die Rückbildung der Brücke (Fig. 532 *ps*). Eigenthümlich aber ist den Säugethieren das Auftreten einer ähnlichen Bildung dicht hinter der Brücke (*ps*), das sog. Trapezium (*Treviranus*) oder Corpus trapezoïdeum, welches beiderseits mit dem Nerv. facialis und acustivus in Verbindung steht. Die Furchen und Blätter haben meistens eine vorwiegend quere Stellung (Fig. 530 u. 531). Doch bei manchen sind sie unregelmässig, verschieden

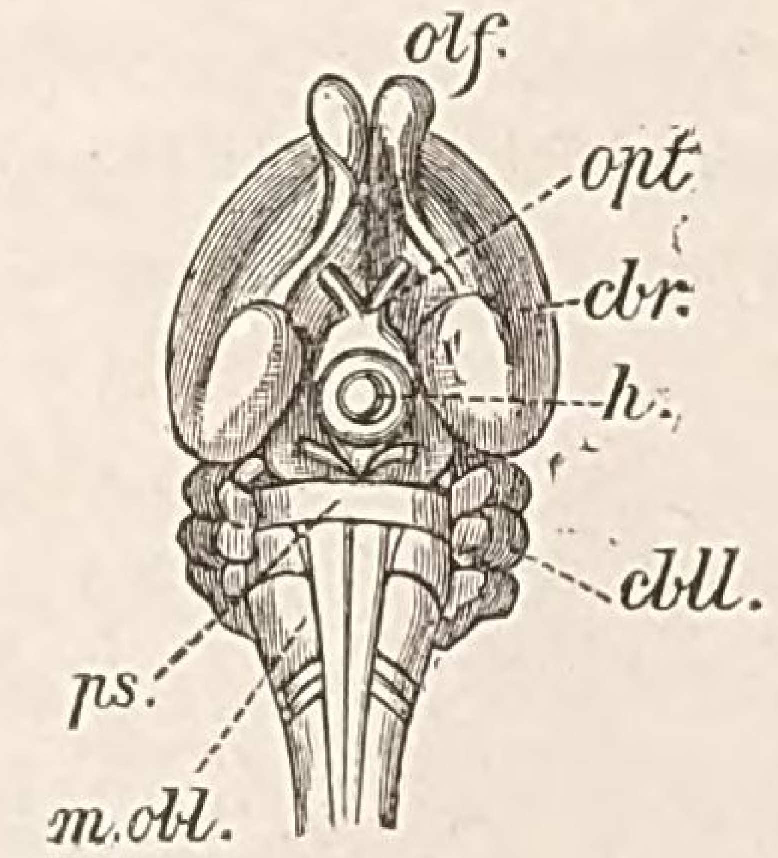


Fig. 532. Gehirn der (weiblichen) Wasserratte (*Hypudaeus amphibius*) von unten. *olf* N. olfactorius. *opt* N. opticus. *cbr* Cerebrum. *h* Hypophysis. *cbll* Cerebellum. *m.obl* Medulla oblongata. *ps* Pons Varolii, hinter derselben das Corpus trapezoïdeum. Nach Leuret et Gratiolet.

gewunden und asymmetrisch angeordnet (Fig. 533 *cbll*).

Das grosse Hirn erlangt im Vergleich zum Rückenmark und den Cerebrospinalnerven nirgends die Grösse des menschlichen, auch wenn es, wie bei grossleibigen Thieren, z. B. dem Elephanten, absolut grösser ist, als dieses. Die Lappen der Hemisphären sind allgemein weniger entwickelt, als beim Menschen, und der hintere fehlt sogar meistens ganz; daher das kleine Hirn unbedeckt bleibt. Nur bei den Affen, deren Grosshirnhemisphären ähnlich, wie beim Menschen, weiter nach hinten sich ver-



Fig. 533. Gehirn der Katze (*Felis domestica*), von oben dargestellt. *olf* Riechnerv (*N. olfact.*). *cbr* Grosses Gehirn (*Cerebrum*). *cbll* Kleines Gehirn (*Cerebellum*). *m.obl* Verlängertes Mark (*Medulla oblongata*).

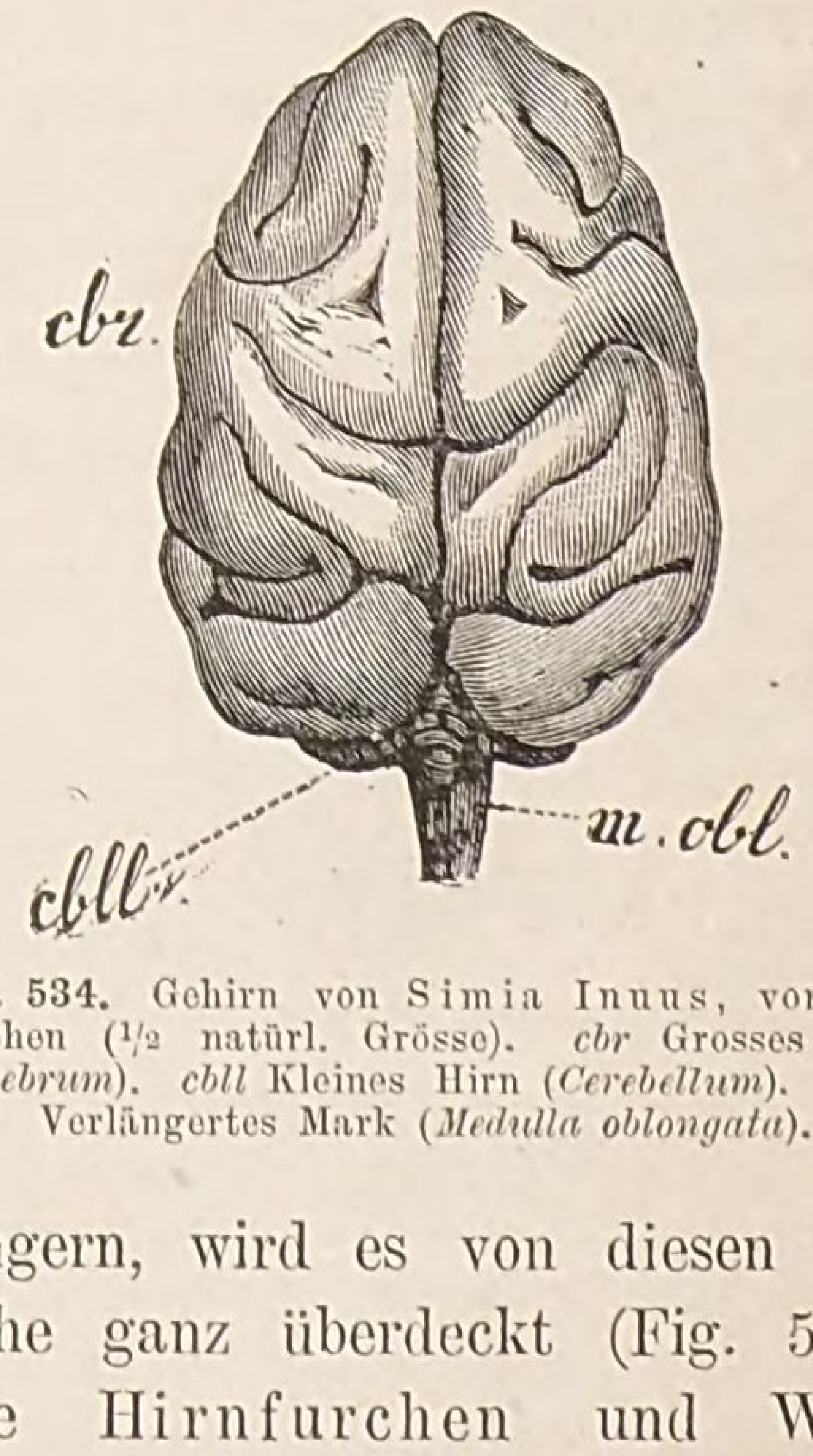


Fig. 534. Gehirn von Simia Inuus, von oben gesehen (1/2 natürl. Grösse). *cbr* Grosses Hirn (*Cerebrum*). *cbll* Kleines Hirn (*Cerebellum*). *m.obl* Verlängertes Mark (*Medulla oblongata*).

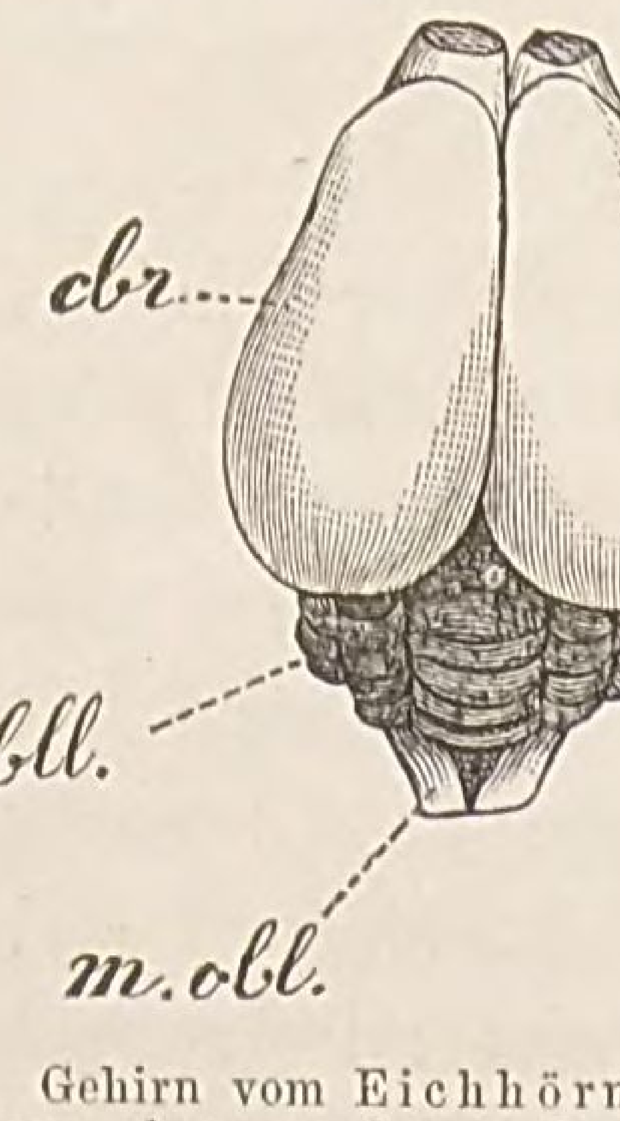


Fig. 535. Gehirn vom Eichhörnchen (*Sciurus vulgaris*), von oben gesehen. *cbr* Cerebrum. *cbll* Cerebellum. *m.obl* Medulla oblongata.

längern, wird es von diesen beinahe ganz überdeckt (Fig. 534). Die Hirnfurchen und Windungen sind im Allgemeinen schwächer, als am menschlichen Gehirn und können selbst ganz mangeln. Beim Schnabelthier, manchen Nagern (Fig. 535), fehlen sie ganz. Auch bei einigen Beutelthieren und Edentaten, Chiropteren und Insectivoren

fehlen sie gleichfalls oder sind nur schwach angedeutet, selbst bei einigen kleinen Affen (*Midas*) können sie sehr schwach sein oder ganz mangeln. Bei dem Katzengeschlecht (Fig. 533) und dem Schwein sind sie schon stärker entwickelt. Noch zahlreicher sind sie bei andern Carnivoren (Canis, Lutra, Phoca), bei Wiederkäuern, Einhufern u. a. Bei letztern sind die Windungen schmal, bei den Affen dagegen breiter. Besonders gross und mit zahlreichen Windungen versehen ist das grosse Hirn des Elephanten. Am zahlreichsten indess sind die Windungen beim Delphin. Bei letzterem sind die Windungen auch asymmetrisch, während sonst sie mehr Symmetrie zeigen. Bemerkenswerth aber ist, dass, mögen sie symmetrisch oder asymmetrisch angeordnet sein, sie bei allen Individuen derselben Art stets in derselben Form wieder auftreten. Am nächsten kommt dem menschlichen Gehirn das der höchststehenden Affen (Orang-Utang, Gorilla), dessen Windungen zahlreicher als bei den übrigen Affen, und asymmetrisch sind.

Die Hirnhöhlen verhalten sich im Allgemeinen, wie im menschlichen Hirn; nur kommt das Hinterhorn des Seitenventrikels meistens in Wegfall, da bei den meisten Säugethieren die Hinterlappen der Grosshirnhemisphären fehlen. Daher nur bei den Affen dasselbe vorhanden ist, spurweise auch bei den Robben sich findet.

Bei niederen Säugethieren stehen die Vorderhörner der Seitenventrikeln mit den Riechfortsätzen der Vorderlappen des Gehirns in Verbindung.

Was die inneren Theile des grossen Hirns anbelangt, so sind die Gebilde des Hirnkernes nicht allein vorhanden, sondern auch einzelne selbst stärker entwickelt, als beim Menschen, während die Theile des Hirnmantels durchweg schwächer ausgebildet sich zeigen.

Die Vierhügel oder die hinteren Hirnganglien sind, mit Ausnahme der Affen, gewöhnlich von relativ bedeutenderer Grösse, als beim Menschen und werden bei den niedriger stehenden Ordnungen von den Hemisphären nur sehr unvollkommen überdeckt. Die Grösse der beiden Hügelpaare kann indess bei einzelnen Säugethieren wieder grosse Verschiedenheiten zeigen. Bei den Raubthieren pflegt das hintere Hügelpaar, bei Einhufern, Wiederkäuern u. a. das vordere grösser zu sein. Die äussere Trennung in 4 Hügel kann bei niedern Säugethieren (Schnabelthier) wegfallen und können nur 2 Hügel vorhanden sein.

Die Sehhügel oder mittleren Hirnganglien zeigen bezüglich ihrer Ausbildung ein den vorhergehenden in so weit entgegengesetztes Verhalten, als sie bei den höheren Ordnungen der Säugethiere stärker zu sein pflegen, wie bei den niederen, wo sie selbst von beiden Seiten nahe zusammenfliessen

können (Schnabelthier) — während die Streifenhügel oder vorderen Hirnganglien wieder bei niedrigeren Ordnungen (Edentaten, Chiropteren, Nagern u. a.) sich stärker zeigen.

Die Commissuren des Hirnkernes — Commissura posterior, media (mollis) und anterior — fehlen bei keinem Säugethier, und sind um so stärker ausgebildet, je mächtiger die durch sie verbundenen beiderseitigen Hirnganglien entwickelt sind.

Vor den Vierhügeln, mit diesen und den Sehhügeln in Verbindung stehend, liegt noch die sog. Zirbel (*Conarium s. Epiphysis*), welche ebenso allgemein vorzukommen scheint, wie die an der untern Hirnfläche, unter dem Boden des dritten Ventrikels sitzende Hypophysis cerebri (Fig. 532 *h*).

Von den Gebilden des Hirnmantels ist der Hirnfächer mit der Hirnrinde sehr verschieden entwickelt, im Ganzen aber wesentlich schwächer und unvollkommener, als beim Menschen, und nimmt seine Ausbildung in absteigender Ordnung bei den Säugethieren ab. In gleichem Verhältniss der Ausbildung steht der Balken, dessen Ausbildung durch die Entwicklung der Hirnrinde und der Hirnwindungen bedingt ist; daher er bei den niedern Säugethierordnungen kaum angedeutet ist, während er bei den höheren Säugethieren in aufsteigender Ordnung an Ausbildung so zunimmt, dass bei den höchststehenden Affen sein Verhalten menschenähnlich ist. Das Gewölbe und seine Anhangsgebilde sind allgemein vorhanden, wenn gleich unvollkommener ausgebildet, als beim Menschen. Der Pes hippocampi minor fehlt mit dem Hinterhorn des Seitenventrikels, mit Ausnahme der Affen, allen Säugethieren. Dagegen der Pes hippocampi major ist allgemein vorhanden, ja bei einzelnen (z. B. Nagern u. a.) selbst relativ recht gross. Die Corpora candicantia sind nur bei den höheren Thieren doppelt; bei den niedrigeren Ordnungen verschmelzen sie zu einer unpaaren Erhabenheit.

bb) Gehirn der Vögel.

Es ist viel unvollkommener entwickelt, als bei den Säugethieren, schliesst nur an das der niedrigsten Ordnungen dieser (Monotremen, Beutelthiere) an.

Das verlängerte Mark ist noch relativ ansehnlich; das kleine Hirn (Fig. 535) dagegen zurückgebildet, hat seine Hemisphären bis auf unbedeutende Anhänge ganz eingebüsst, und besteht nur noch aus dem unpaaren Wurm. Daher auch die Brücke den Vögeln entweder gänzlich fehlt (Fig. 536) oder nur durch schwache quere Markfäden vertreten ist. Das grosse Hirn (*cbr*) besitzt zwei halbkugelförmige Hemisphären, die ohne Windungen sind oder bei denen nur Andeutungen davon (bei Papageien) sich vorfinden. Ihre Höhlen im Innern verhalten sich zwar im Allgemeinen,

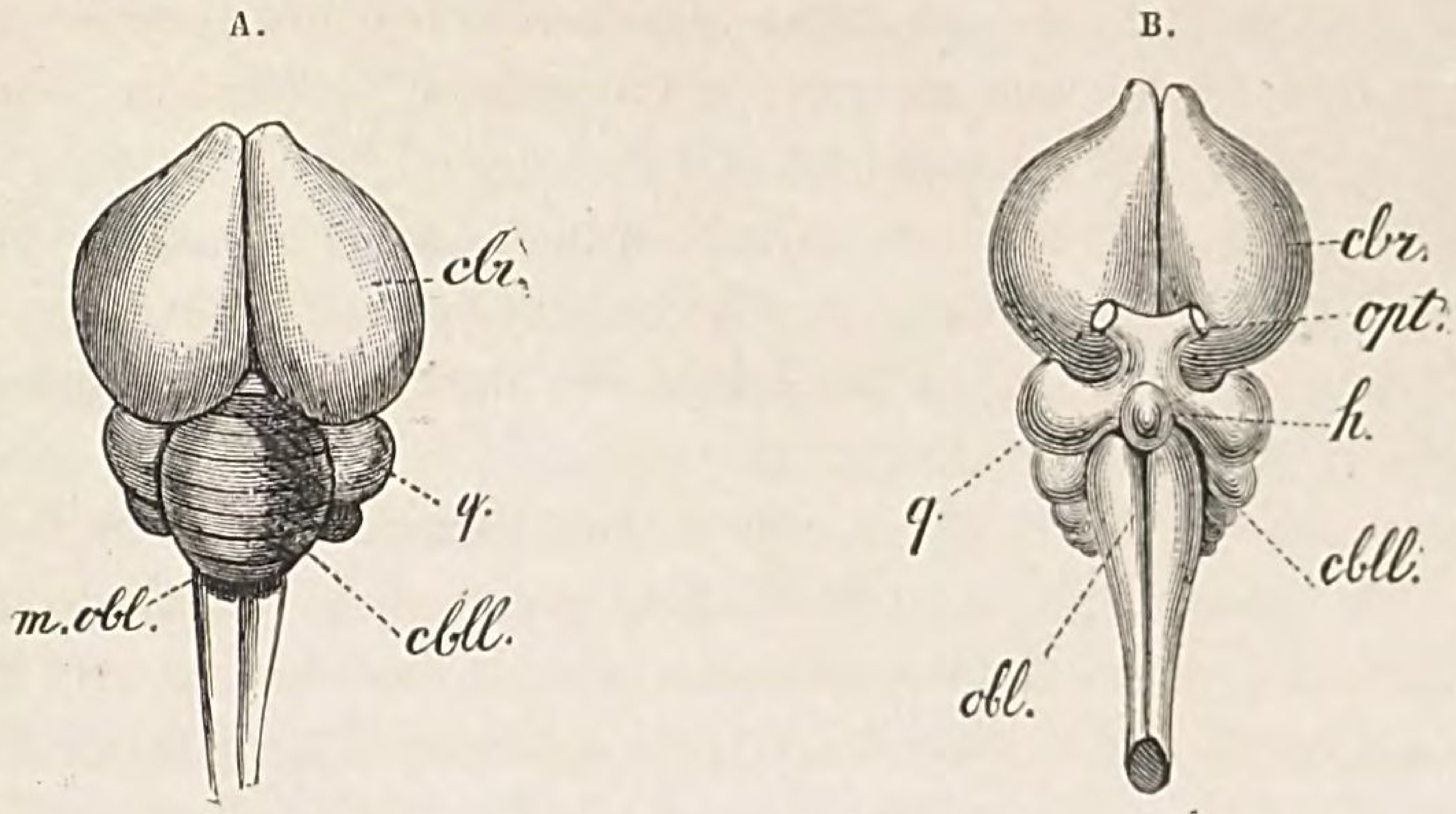


Fig. 536. Gehirn von Falco buteo (nach Bourgerie). A. von oben. B. von unten. *cbr* Grosses Hirn (*Cerebrum*). *q* Corp. quadrigemina, welche zwei ansehnliche, aber seitwärts gedrängte Anschwellungen darstellen. *cbll* Kleines Hirn (*Cerebellum*). *obl* Medulla oblongata, von keiner Brücke umschlossen. *h* Hypophysis. *opt* N. opticus.

wie bei Säugethieren, sind aber von geringerer Ausdehnung und fliessen mit dem dritten Ventrikel mehr zu einer Höhle zusammen, die auch mit den Riechkolben in Verbindung steht.

Die Gebilde des Hirnkerns prävaliren schon über die des Hirnmantels. Die Vierhügel sind von ansehnlicher Grösse, stellen aber nur ein Paar rundlicher Anschwellungen dar, welche zur Seite herabgedrängt sind. Die Sehhügel hingegen sind kleiner, während die Streifenhügel wieder grosse Anschwellungen darstellen; auch die vordere Hirncommissur ist dem entsprechend ansehnlich ausgebildet.

Der Hirnmantel ist nahezu auf das Minimum der Ausbildung herabgesunken. Der Hirnfächer mit den Hirnwindungen sind in hohem Grade rudimentär geworden, daher auch vom Balken kaum noch Spuren sich vorfinden und dem gleichen Schicksal auch das Gewölbe anheim fiel.

cc) Gehirn der Amphibien und Fische.

Bei diesen ist die Hirnbildung auf eine so tiefe Stufe herabgesunken, dass die Formen, in welche sie sich kleidet, nicht sehr viel von denen verschieden sich zeigen, welche beim Fœtus aus der ersten Anlage des Gehirns (vergl. S. 532) hervorgingen.

Am grossen Hirn sind von dem Mantelbezirke kaum noch Spuren vorhanden. Auch die Seitenventrikel desselben sind nur sehr rudimentär oder fehlen auch ganz. Was von den Theilen, die bei den höheren Thieren das grosse Hirn zu bilden pflegen, noch hier vorhanden ist, gehört dem Hirnkern der höheren Thiere an, entspricht den auf den Hirnschenkeln aufsitzenden Hirnganglien und stellt eine Reihe hintereinander liegender Anschwellungen dar (Fig. 536, 537 u. 538). Das vordere Paar (*l.h*) dieser Anschwellungen entspricht dem vordern Hirnganglienpaar oder den

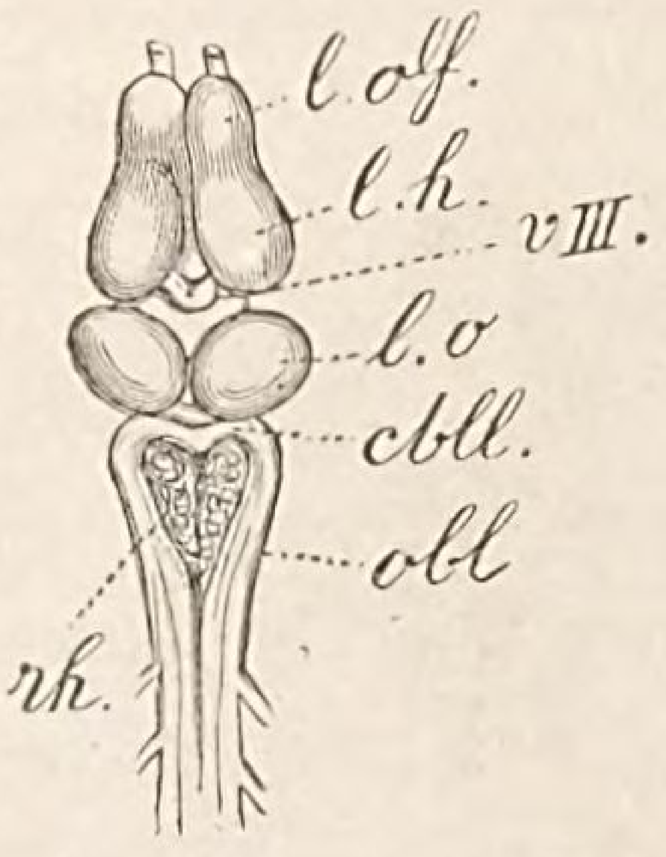


Fig. 537. Gehirn von Rana esculenta, von oben. *l.olf* Lobus olfactorius. *l.h* Lobus hemisphaericus (Vorderhirn). *vIII* Lobus ventriculi tertii (Zwischenhirn). *l.o* Lob. opticus (Mittelhirn). *cbll* Cerebellum (Hinterhirn). *obl* Medulla oblongata (Nachhirn). *rh* Sinus rhomboïdalis.



Fig. 538. Gehirn von Coluber natrix, von oben. *l.h* Lobus hemisphaericus. *l.o* Lobus opticus. *cbll* Cerebellum. *obl* Med. oblongata. *rh* Sinus rhomboïdalis.



Fig. 539. Gehirn von Mugil capito, von oben. *olf* Nerv. olfactorius. *lh* Lobi hemisphaerici (Vorderhirn). *lo* Lobi optici (Mittelhirn). *cbll* Cerebellum (Hinterhirn). *obl* Medulla oblongata (Nachhirn).

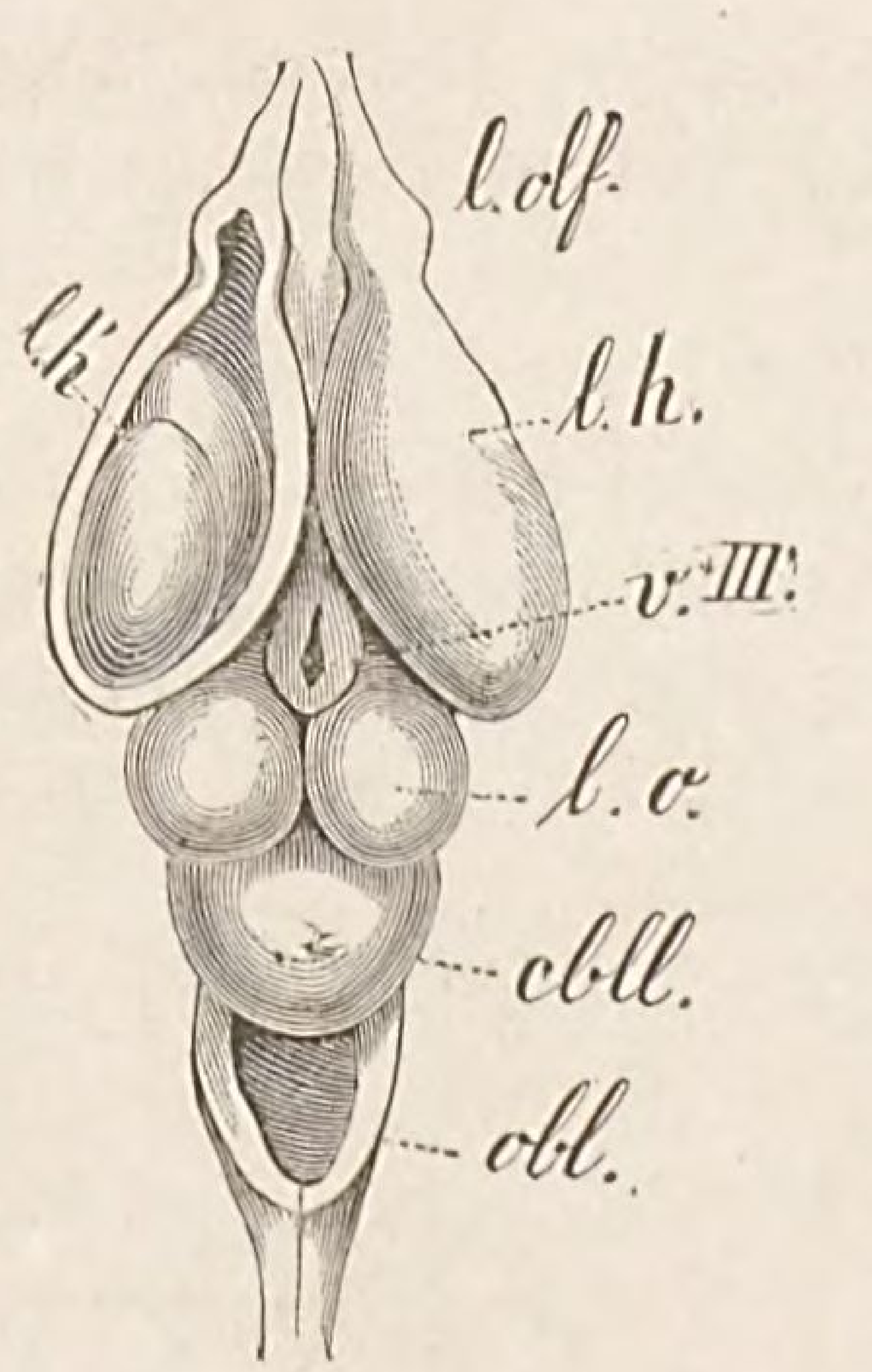


Fig. 540. Gehirn von Chelonia midas, von oben. *l.olf* Lobus olfactorius. *lh* Lobus hemisphaericus (Vorderhirn). *lh'* Geöffnete Höhle desselben. *v.III* Lob. ventriculi tertii (Zwischenhirn). *lo* Lob. opticus (Mittelhirn). *cbll* Cerebellum (Hinterhirn). *obl* Medulla oblongata (Nachhirn) mit dem Sinus rhomboïdalis.

Streifenhügeln, gewöhnlich Lobi hemisphaerici genannt, weil sie die Grosshirnhemisphären der höheren Thiere vertreten. Bei den beschuppten Amphibien (Fig. 540), seltner bei den Fischen, haben sie noch eine Höhlung, welche den Seitenventrikeln höherer Thierordnungen entspricht. Nach vorn verlängern sie sich noch in die Riechfortsätze (*l.olf*), welche oft besondere Anschwellungen — sog. Lobi olfactorii — darstellen. Diese Lobi hemisphaerici mit den Riechfortsätzen bilden sich aus der vordern primitiven Hirnblase hervor (vergl. S. 532), daher sie auch als Vorderhirn unterschieden verden. Bei den Amphibien (Fig. 540), besonders den höheren, prävalirt noch dieses Vorderhirn über die nachfolgenden gangliösen Anschwellungen. Bei Fischen (Fig. 539) kehrt sich meistens das Verhältniss um.

Das nächste rückwärts folgende Paar von Anschwellungen (*lo*) entspricht den hintern Hirnganglien oder den Vierhügeln der höheren Thiere und wird nach seinen Beziehungen zu den Sehnerven als Lobi optici bezeichnet. Seine Entwicklung geht aus der mittleren Hirnblase hervor, daher nach dieser es Mittelhirn heisst.

Zwischen diesem und dem Vorderhirn befindet sich noch ein un-

paarer, eine enge spaltartige Höhle umschliessender Theil (*v.III*), der aus dem unpaar bleibenden Theil der vordern Hirnblase sich entwickelt und nach diesem, sowie nach seiner Lage als Zwischenhirn unterschieden wird. Man vergleicht die Höhle dem dritten Ventrikel der höheren Thiere und die beiderseits sie umgebende Hirnmasse den mittleren Hirnganglien oder den Sehhügeln (*Thalami optici*), daher man den ganzen Bezirk auch Lobus ventriculi tertii bezeichnet. Bei den Amphibien (Fig. 537 u. 540) und bei den Selachiern unter den Fischen (Fig. 542 *v.III*) ist dieser Abschnitt sehr deutlich und offen zu Tage liegend, bei den Knochenfischen hingegen sehr verdeckt (Fig. 539) und, wie es scheint, in die Lobi optici oder das Mittelhirn aufgegangen, bei andern, z. B. den Chimaeren u. a. wohl auch mit dem Vorderhirn vereinigt. An seiner untern Fläche trägt dieser Lobus ventriculi tertii die niemals fehlende Hypophysis und hinter dieser liegen bei den Fischen ein Paar rundlicher Anschwellungen — Lobi inferiores —, welche durch das Hervortreten der, den dritten Ventrikel umschliessenden grauen Substanz nach unten veranlasst werden, und möglicherweise Aequivalente für die verkümmerten Thalami optici darstellen. Vor den Anschwellungen des Mittelhirns, zwischen ihnen und dem Vorderhirn findet sich die, wie es scheint, allgemein vorkommende Epiphysis oder sog. Zirbel (*Conarium s. gland. pinealis*).

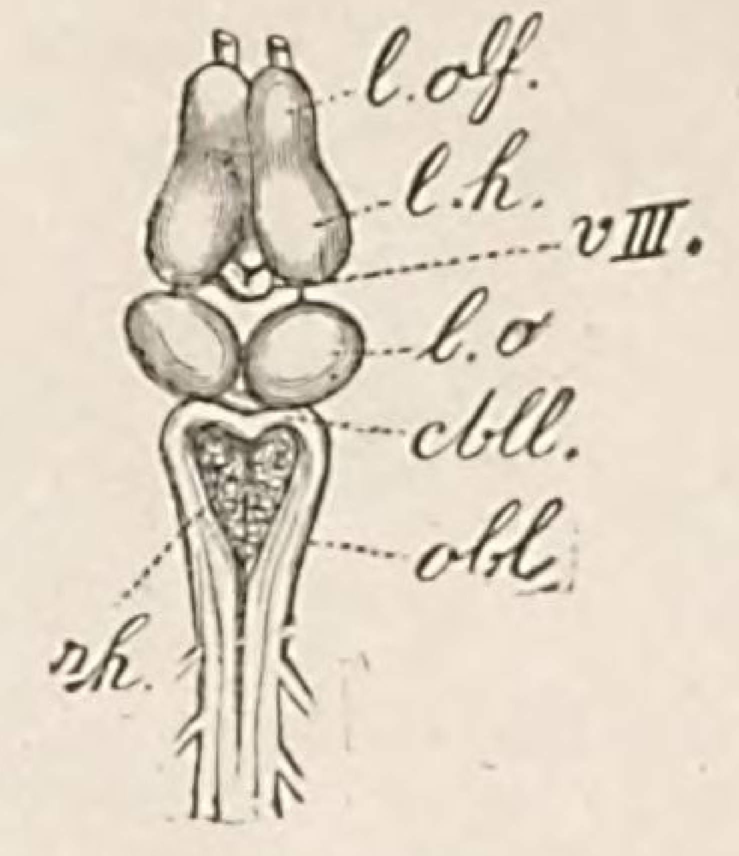


Fig. 541. Gehirn von Rana esculenta, von oben. *l.olf* Lobus olfactorius. *l.h* Lobus hemisphaericus (Vorderhirn). *vIII* Lobus ventriculi tertii (Zwischenhirn). *l.o* Lob. opticus (Mittelhirn). *cbll* Cerebellum (Hinterhirn). *obl* Medulla oblongata (Nachhirn). *rh* Sinus rhomboïdalis.

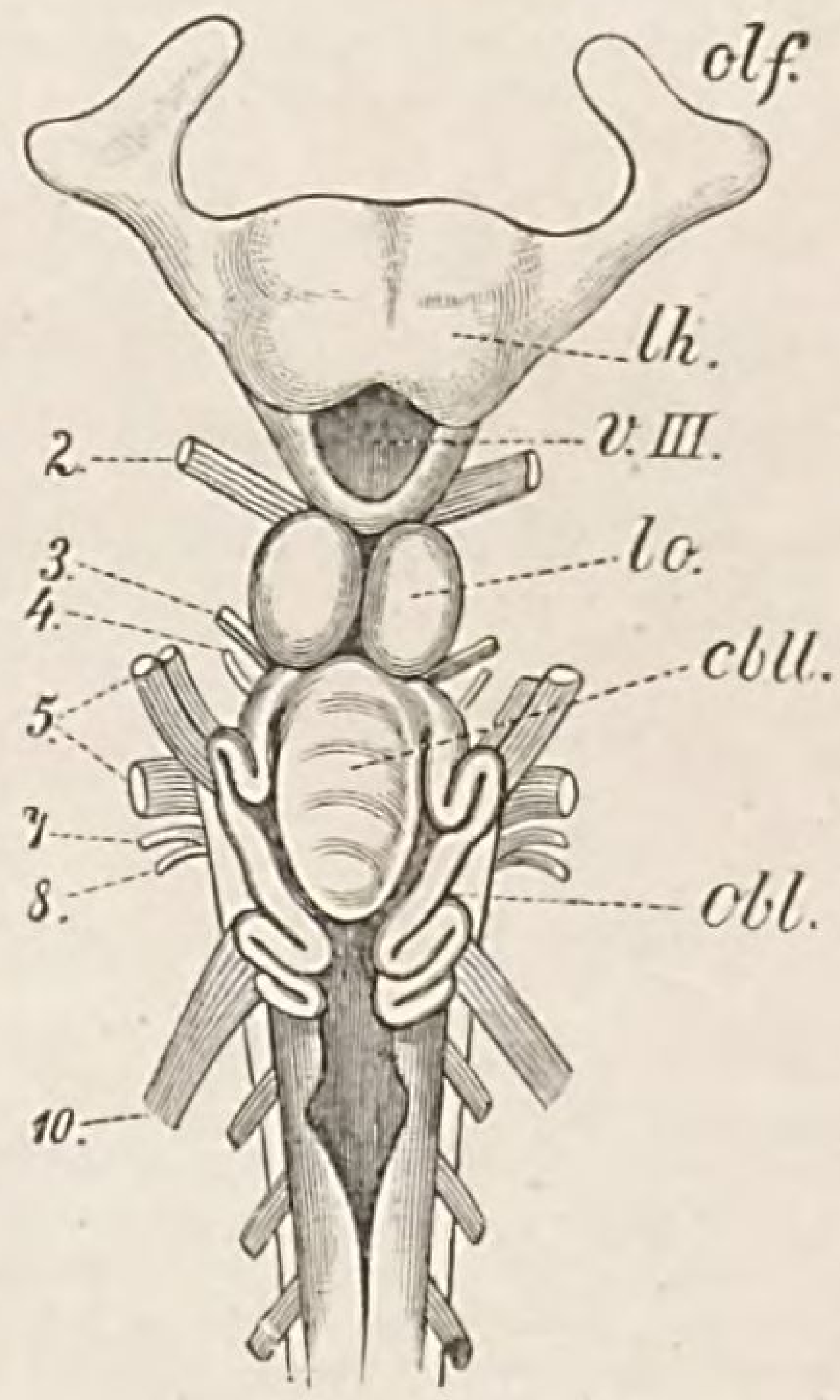


Fig. 542. Gehirn von Squalus stellaris, von oben. *l.h* Lobus hemisphaericus (Vorderhirn). *olf* Riechfortsätze desselben. *v.III* Lobus ventriculi tertii (Zwischenhirn). *lo* Lobus opticus (Mittelhirn). *cbll* Cerebellum (Hinterhirn). *obl* Medulla oblongata (Nachhirn). *2* Nervus opticus. *3* Nerv. oculomotorius. *4* Nerv. trochlearis. *5* Nerv. trigeminus. *7* Nerv. facialis. *8* Nerv. acusticus. *10* Nerv. vagus.

Das kleine Hirn, aus der hintern Hirnblase sich hervorbildend, daher auch Hinterhirn genannt, ist bald sehr rudimentär, bald eine ansehnlichere Ausbildung gewinnend. Bei den höheren Amphibien (Krokodilen, Sauriern, Cheloniern) wölbt es sich als eine mit der Aushöhlung abwärts sehende platte Masse (Fig. 542 *cbll*) über den vordern Theil des

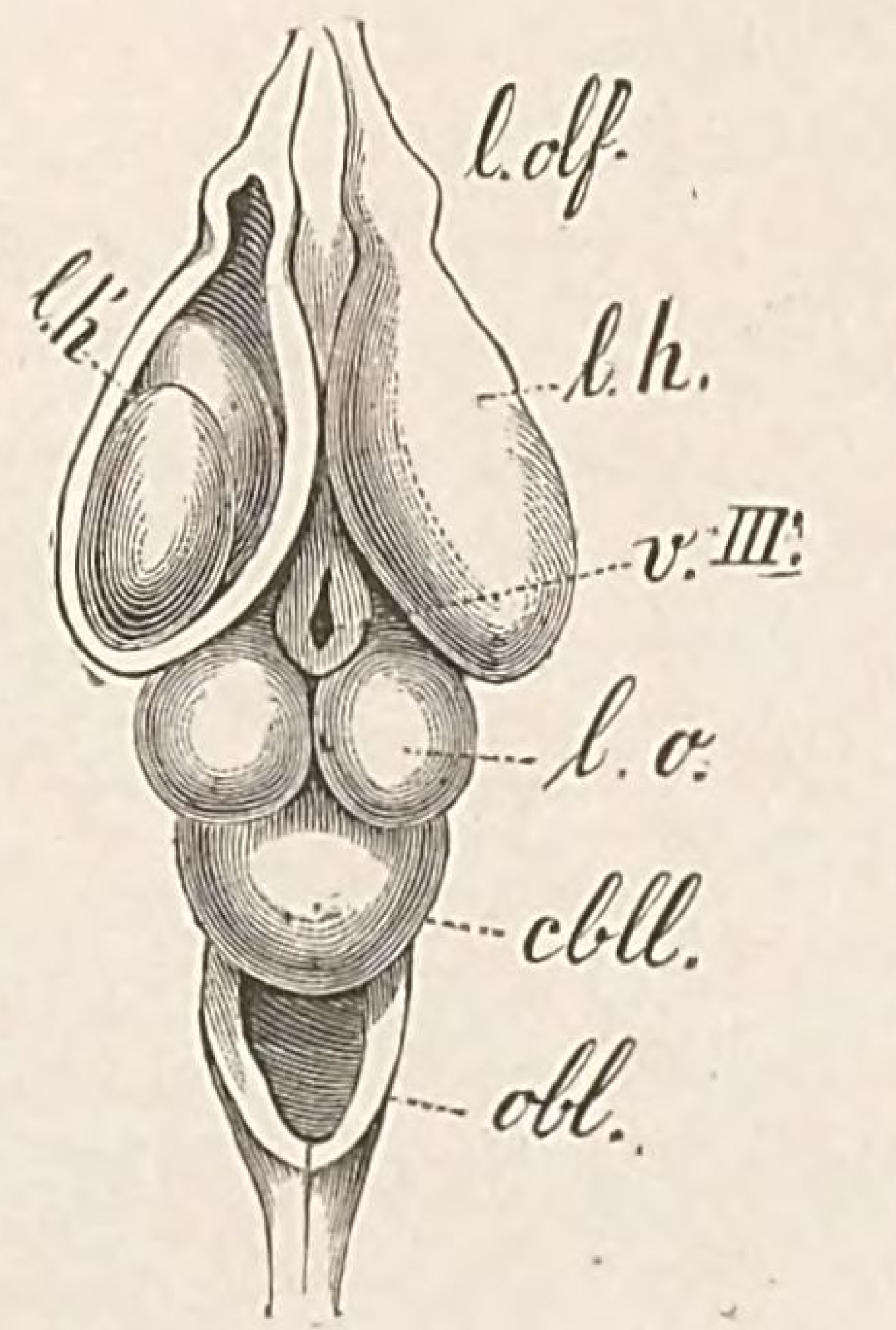


Fig. 543. Gehirn von Chelonia midas, von oben. *l.olf* Lobus olfactorius. *lh* Lobus hemisphaericus (Vorderhirn). *lh'* Geöffnete Höhle desselben. *v.III* Lob. ventriculi tertii (Zwischenhirn). *lo* Lob. opticus (Mittelhirn). *cbll* Cerebellum (Hinterhirn). *obl* Medulla oblongata (Nachhirn) mit dem Sinus rhomboïdalis.

Sinus rhomboïdalis, ihn mehr oder weniger überdeckend, während bei Schlangen (Fig. 545 *cbll*) und den niedern oder nackten Amphibien (Fig. 544 *cbll*) es nur einen schmalen Bandstreifen darstellt, der commissurartig quer über den vorderen Theil des vierten Ventrikels, ohne letztern zu decken, sich legt. Bei den Fischen (Fig. 542 u. 546 *cbll*) ist auffälligerweise das kleine Hirn meistens wieder ansehnlicher, als bei den niederen Amphibien.

Das verlängerte Mark (*obl*), das gleichfalls aus der hintern Hirnblase sich entwickelt und Nachhirn genannt wird, macht sich stets durch grössern Umfang und den, an

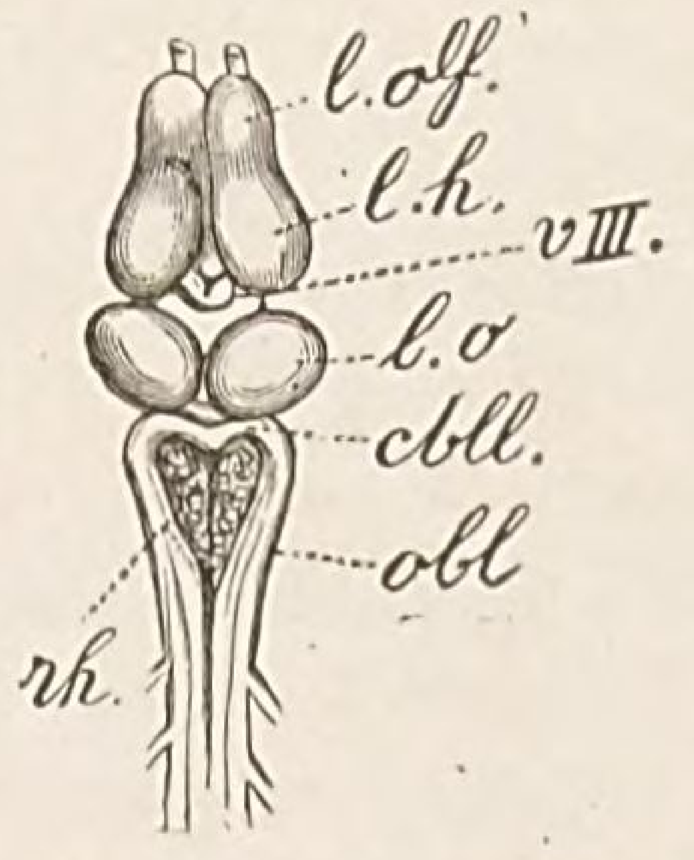


Fig. 544. Gehirn von Rana esculenta, von oben. *l.olf* Lobus olfactorius. *l.h* Lobus hemisphaericus (Vorderhirn). *vIII* Lobus ventriculi tertii (Zwischenhirn). *l.o* Lob. opticus (Mittelhirn). *cbll* Cerebellum (Hinterhirn). *obl* Medulla oblongata (Nachhirn). *rh* Sinus rhomboïdalis.



Fig. 545. Gehirn von Coluber natrix, von oben. *l.h* Lobus hemisphaericus. *l.o* Lobus opticus. *cbll* Cerebellum. *obl* Med. oblongata. *rh* Sinus rhomboïdalis.



Fig. 546. Gehirn von Mugil capito von oben. *olf* Nerv. olfactorius. *lh* Lobi hemisphaerici (Vorderhirn). *lo* Lobi optici (Mittelhirn). *cbll* Cerebellum (Hinterhirn). *obl* Medulla oblongata (Nachhirn).

seiner obern Seite befindlichen Sinus rhomboïdalis (Fig. 544 *rh*) von dem dahinter folgenden Rückenmark unterscheidbar. An ihm treten häufig noch besondere Anschwellungen oder Wülste auf, welche zu Nerven, wie dem Trigeminus und Vagus, wenn sie in einzelnen Fällen eine ungewöhnliche Stärke besitzen, in Beziehung stehen und als Lobi nervi trigemini, Lobi nervi vagi, Lobi electrici, z. B. beim Zitterrochen u. a. (Fig. 547 *l.elect*) bezeichnet werden.

γ) Von den Hüllen des Gehirns und Rückenmarks.

Bei den Säugethieren und Vögeln finden sich die beim Menschen vorhandenen drei Hirnhüllen — die äussere Hirnhaut (*Dura mater s. Tunica fibrosa*), die mittlere oder Spinnenwebenhaut (*Arachnoïdea s. Tunica serosa*) und die innere oder Gefässhaut (*Pia mater s. Tunica vasculosa*) — vor. Die Dura mater bildet auch in die Schädelhöhle hinein Fortsätze (*Processus durae matris*), die theils in der Medianlinie longitudinal liegend, zwischen die Hirnhemisphären, — grosse und kleine Hirnsichel (*Falx cerebri et cerebelli*) — theils transversal zwischen grosses und kleines Hirn — Tentorium cerebelli — eingreifen und zur Unterstützung der Lage der einzelnen Abtheilungen des Gehirns dienen. Wo die Hemisphären des kleinen Hirnes sich zurückbilden, nur der mittlere Theil übrig bleibt, wie schon bei den meisten Säugethieren, besonders aber bei den Vögeln es der Fall ist, kommt die kleine Hirnsichel, und wo das kleine Hirn von den Hemisphären des grossen Hirns, wie bei den Vögeln, nicht mehr überdeckt wird, auch das Tentorium cerebelli in Wegfall, und die grosse Hirnsichel schwindet schliesslich auch, wo die Hemisphären des grossen Hirns so klein wurden, dass sie dieser Stütze nicht mehr bedürfen.

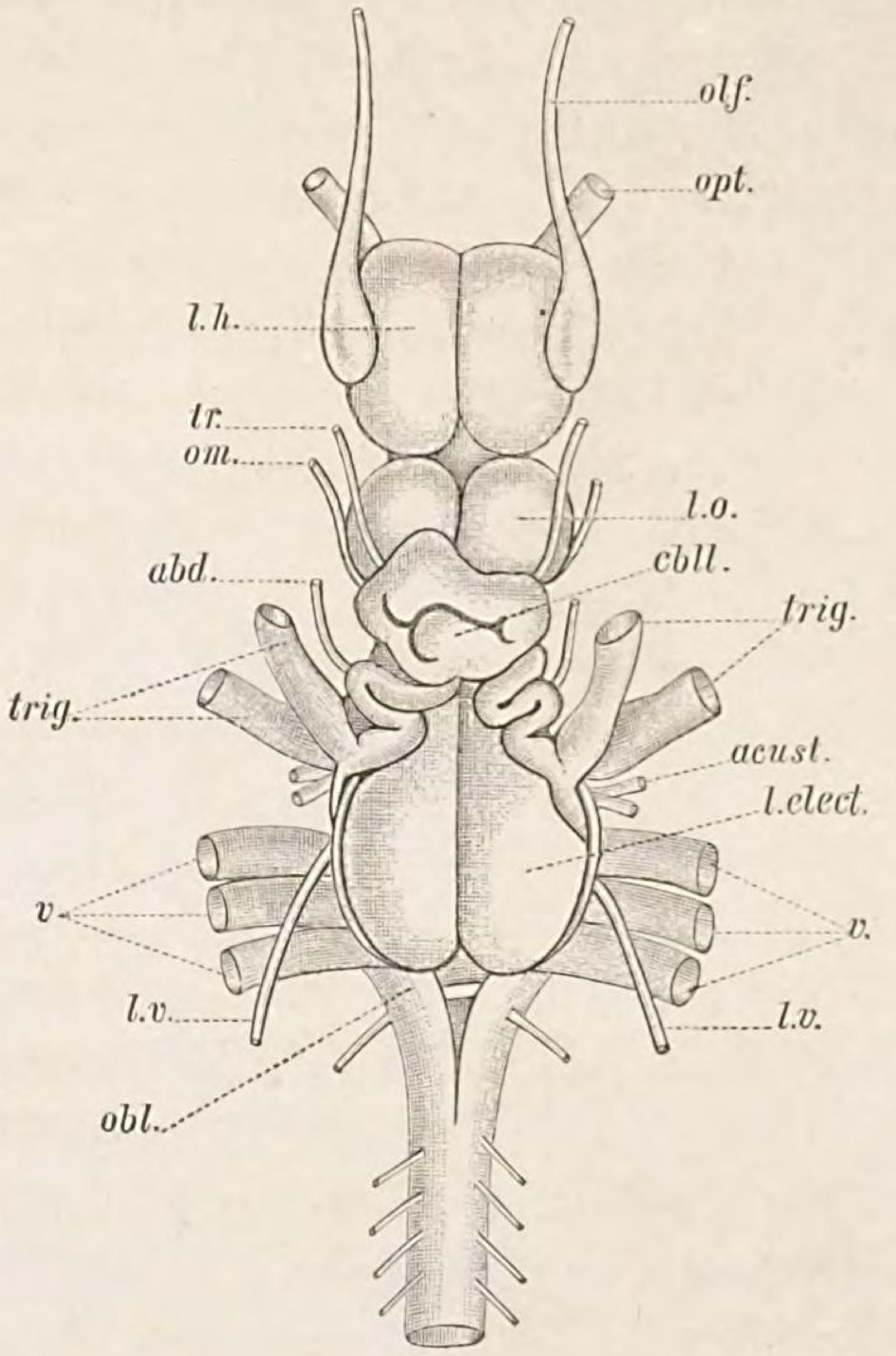


Fig. 547. Gehirn von Raja torpedo, von oben. *l.h* Lobus hemisphaericus. *l.o* Lobus opticus. *cbll* Cerebellum. *l.elect* Lobus electricus. *obl* Medulla oblongata. *olf* Nerv. olfactorius. *opt* Nerv. opticus. *om* Nerv. oculomotorius. *tr* Nerv. trochlearis. *abd* Nerv. abducens. *trig* Nerv. trigeminus. *acust* Nerv. acusticus. *v* Nerv. vagus. *l.v* Ramus lateralis nervi vagi.

Dass das Kleinhirnzelt bei manchen Säugethieren (Carnivoren, Pferd, Delphin und einigen Affen) theilweise oder ganz verknöchert, wurde schon oben beim Schädelbau (S. 433) erwähnt; ebenso, dass man auch die grosse Hirnsichel hie und da, z. B. bei Monotremen, verknöchert findet.

Das Gehirn füllt bei Säugethieren und Vögeln die Schädelhöhle ganz aus, bei Amphibien und Fischen dagegen nicht, so dass zwischen der, an der Schädelwand anliegenden Dura mater und der das Gehirn um-

schliessenden Pia mater ein oft nicht unansehnlicher Zwischenraum bleibt, der — statt der Arachnoïdea — von einem oft gallertartigen weichen, bisweilen auch fetthaltigen Bindegewebe ausgefüllt wird.

Die Dura mater besteht nicht mehr, wie bei den höheren Wirbelthieren und dem Menschen, aus zwei verwachsenen Platten — einer innern, der eigentlichen äussern Faserhaut des Gehirns und einer äussern der Periostplatte — sondern ist nur noch Periost der Schädelhöhle. Daher auch die von der innern Platte der Dura mater gebildeten Fortsätze (Hirnsichel etc.) fehlen, die bei der niedrigen Stufe, auf welcher die extensive Ausbildung des Gehirns dieser Thiere stehen blieb, allerdings auch nicht mehr erforderlich sind.

Die Pia mater ist meistens bei Amphibien und Fischen pigmentirt und trägt oft, namentlich bei ersteren, kalkige Ablagerungen.

Die Hüllen des Rückenmarks bieten keine Besonderheiten dar, die besonders hervorgehoben zu werden verdienten.

b. Peripherisches Nervensystem *(Nervi cerebrospinales)*.

α) Spinalnerven *(Nervi spinales)*.

Ihre Zahl ist bei den verschiedenen Wirbelthieren sehr verschieden; sie richtet sich im Allgemeinen nach der Zahl der Wirbel. Auch ihre Stärke ist verschieden, diese aber abhängig von derjenigen der Körpertheile, zu welchen sie gehen. In gleicher Weise kommen sie auch darin mit einander überein, dass sie alle mit doppelten Wurzeln entspringen, einer vordern motorischen und einer hintern sensiblen, von welchen die letztere jeweils ein Ganglion — Ganglion spinale — trägt. Die aus der Vereinigung dieser beiden Wurzeln hervorgehenden Stämme der Spinalnerven theilen sich nach ihrem Austritt aus dem Wirbelkanal in je zwei Aeste, einen dorsalen, der zu den Theilen des Rückens geht, und einen ventralen, der zu den Weichtheilen der ventralen Seite und den Gliedmassen sich begibt. Beide Aeste sind aus den Elementen sowohl der vordern als auch der hintern Wurzeln zusammengesetzt, sowie auch aus Fasern, welche aus den Ganglia spinalia hervorgehen. Ihr Austritt aus dem Wirbelkanal erfolgt in der Regel zwischen je zwei Wirbeln, durch die Foramina intervertebralia. Nur ausnahmsweise durchbrechen sie solche. Geflechtbildungen, wie sie die Gliedmassennerven eingehen, kommen bei den fusslosen Wirbelthieren an den Spinalnerven nach ihrem Austritt aus der Wirbelsäule nicht vor. Selbst bei den Fischen, deren Brust- und Bauchflossen doch, wenn auch noch so einförmige Gliedmassen darstellen, fehlen sie. Erst da, wo die letzteren entwickelter auftreten, ihre Muskulatur mannigfaltigere Bewegungen ausführt, und von einer sensiblen, zum Tasten befähigenden und mit secretorischen Gebilden ausgerüsteten

Haut umkleidet ist, — zeichnen sich die betreffenden Spinalnerven durch grössere Stärke und Geflechtbildungen aus. Daher nur die drei höheren Wirbelthierklassen solche Plexusbildungen besitzen, welche eine vielfachere Vertheilung der Nervenfasern der in das Geflecht eintretenden Spinalnerven in dem Gliedmassenbezirk ermöglichen und durch mannigfaltigen Austausch, den die einzelnen Stämme mit ihren Fasern unter einander eingehen, bewirken, dass die aus dem Geflecht hervorgehenden Nerven aus den Elementen aller in jenes eingehenden Nerven gemischt sind.

Die Zahl der an der Zusammensetzung der Geflechte theilnehmenden Nerven ist verschieden; doch sind es mindestens 3 — 4 Spinalnerven. Der Plexus brachialis wird von den vordern Spinalnerven, der Plexus lumbalis et sacralis von den hintern Spinalnerven gebildet. Ersterer liefert die Nerven der vordern, die beiden letztern die der hintern Gliedmasse.

Je kürzer der Hals ist, um so mehr gehören die, das Armnervengeflecht bildenden Nerven den vorderen Spinalnerven an. Bei den Fröschen z. B. sind es der 2.—4. Bei den beschuppten Amphibien mit längerem Halse, können es die 6.—9. oder 7.—10. Cervicalnerven sein, welche in die Plexusbildung eingehen. In einzelnen Fällen, z. B. beim Krokodil, kann selbst noch der 1. Brustnerv sich zugesellen. Bei den langhalsigen Vögeln (Fig. 547 *pl br*) wird das Brachialgeflecht von dem 11. u. 12. Hals- und den beiden ersten Brustnerven zusammengesetzt. Bei den Säugethieren, deren Halswirbelzahl stets die gleiche ist, geht der Plexus brachialis meistens aus den 4—5 letzten Hals- und dem ersten oder bisweilen auch den zwei vordersten Brustnerven hervor.

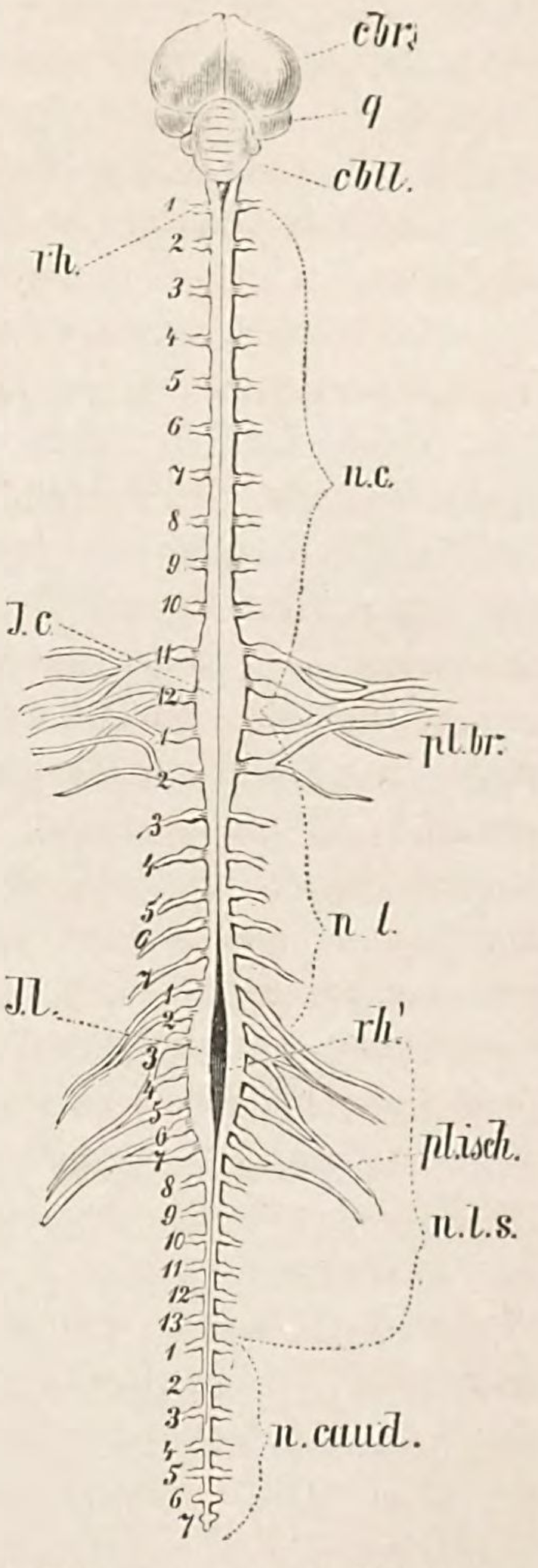


Fig. 548. Gehirn u. Rückenmark von der Haustaube (*Columba domestica*), nach E. D'Alton. *cbr* Grosses Hirn (*Cerebrum*). *q* Vierhügel (*Corp. quadrigemina*). *cbll* Kleines Hirn (*Cerebellum*). *rh* Sinus rhomboïdalis anterior. *nc* Nervi cervicales. *Ic* Intumescentia cervicalis. *pl.br* Plexus brachialis. *n.l* Nervi lumbales. *I.l* Intumescentia lumbalis. *rh'* Sinus rhomboïdalis posterior. *pl.isch* Plexus ischiadicus. *n.caud.* Nervi caudales

Die Geflechte für die Nerven der hintern Gliedmassen werden bei niedern Wirbelthieren (Amphibien) von 3—4 Nerven, bei den höheren dagegen von mehr gebildet. Sie entsenden einen vordern schwachen, den Schenkelnerven (*N. cruralis*) — und einen stärkern hinteren, den Nerv. ischiadicus. Die Pars cruralis des Geflechtes entspricht bei den beschuppten Amphibien und Vögeln dem Plexus lumbalis der Säugethiere und des Menschen, während der den Nervus ischiadicus liefernde Geflechtsabschnitt dem Plexus sacralis entspricht.

β) Hirnnerven *(Nervi cerebrales)*.

So, wie Gehirn und Rückenmark in Form und Bau grosse Verschiedenheiten darbieten, obgleich ersteres aus dem Kopfende des letztern sich hervorbildet, — zeigen auch die Hirnnerven in ihrer Anordnung grosse Verschiedenheiten gegenüber derjenigen der Spinalnerven. Von der Gleichartigkeit, welche diese hinsichtlich ihres Ursprunges mit zwei functionell verschiedenen Wurzeln, des ausnahmslosen Besitzes eines Ganglions an der sensiblen Wurzel, der Bildung eines gemeinsamen Stammes durch die Vereinigung der beiden Wurzeln und Trennung jenes in je einen dorsalen und ventralen Ast zeigten — ist an den Hirnnerven nichts zu bemerken. Hier wechseln rein sensible Nerven (Olfactorius, Opticus, Acusticus) ohne Wurzelganglien mit rein motorischen (Oculomotorius, Trochlearis, Abducens, Facialis, Accessorius, Hypoglossus) und gemischten (Glossopharyngeus, Vagus), deren Wurzelganglien indess auch motorische Elemente aufnehmen, mit einander ab. Kaum finden sich an einem Hirnnerven (Trigeminus) noch Anordnungen vor, welche die Spuren eines Planes sind, der den Spinalnerven zu Grunde lag, aber bei den Hirnnerven so weit gehende Abänderungen erlitt, dass die Aehnlichkeit zwischen beiden sich fast ganz verwischte.

Wenn man übrigens erwägt, wie die Elemente des Rückenmarks beim Uebergang in's Gehirn in ganz neuen Verhältnissen sich zusammenordnen und in Verbindung mit den Elementen des Gehirns in ganz neue Formen sich legen, in neue Bildungen übergehen, welche in der mannigfaltigsten Verbindung unter einander stehen, im Ganzen aber die Centralheerde für diejenigen Hirnthätigkeiten abgeben, welche in einem Verkehr der Seele mit dem Körper und der Aussenwelt bestehen, — so lässt es sich sehr wohl begreifen, dass die von diesem Centralheerd ausgehenden Cerebrospinalnervenbahnen, soweit sie nicht nach dem Rückenmark hinabsteigen, um einen Theil der Elemente der Spinalnerven zu bilden, sondern direkt vom Gehirn abtreten und dadurch die Hirnnerven darstellen, — nicht mehr in solche Formen sich zusammenlegen konnten, welche wohl für die grosse Einförmigkeit des Verbreitungsbezirkes der Spinalnerven geeignet sein konnten,

nicht aber für die Mannigfaltigkeit des Verbreitungsgebietes der Cerebralnerven mehr passend waren.

Allein ungeachtet alles dessen hat sich der Plan der Anlegung der Spinalnerven bei den Cerebralnerven doch nicht in dem Maasse verändert und verwischt, dass eine Zurückführung dieser auf jene nicht möglich wäre. Im Gegentheil kann man ein Hervorgehen der Anordnung der Hirnnerven aus dem Plane, dem sich alle Spinalnerven gleichförmig unterordnen mussten, ungezwungen darlegen.

So, wie die Zahl der Spinalnerven nach der Zahl der Segmente der Wirbelsäule, d. i. der Wirbel, zwischen welchen sie austreten, sich richtete, so lässt sich auch bei den Hirnnerven eine solche Zusammenordnung erkennen, die bedingt ist durch die Beziehung zu den die Schädelhöhle umschliessenden Schädelwirbeln.

Wenn man von den Nerven der drei höheren Sinnesorgane, des Riech- (*N. olfact.*), des Seh- (*N. optic.*) und des Gehörorgans (*N. acusticus*), absieht, die von dem Wirbelbau des Schädels unbeeinflusst bleiben*), so lassen sich die übrigen Hirnnerven, entsprechend den drei Schädelwirbeln, in zwei Gruppen, eine vordere und hintere, sondern, welche auf den spinalnervenähnlichen Typus unschwer zurückführbar und als zwei Wirbelnerven des Schädels aufzufassen sind, die nur darin von den Spinalnerven sich unterscheiden, dass sie gleich von Ursprung aus sich zersplittert haben, und in Folge davon in eine Anzahl von Einzelnerven zerfielen, auch der Austritt nicht ausschliesslich zwischen den drei Schädelwirbeln erfolgt, sondern einzelne den einen und andern Wirbel durchbrechen (was indess ausnahmsweise auch bei Spinalnerven vorkommen kann).

Die vordere dieser beiden Nervengruppen, nach dem Hauptnerven darin, dem Trigeminus, auch die Trigeminus-Gruppe genannt, stellt den vordern Wirbelnerven des Schädels dar und besteht aus den drei Augenmuskelnerven (N. oculomotorius, trochlearis und abducens), dem N. trigeminus und dem N. facialis, von welchen der Trigeminus den Hauptheil dieses Wirbelnerven bildet, auch von dem spinalnervenähnlichen Typus am meisten sich bewahrt hat. Er wird von zwei Wurzeln, einer motorischen (*Portio minor*) und sensiblen (*Portio major*) noch gebildet und besitzt die letztere ein, einem Spinalganglion entsprechendes Wurzel-

*) Die Knochen, die zweien dieser Apparate zu Grunde liegen (Os ethmoïdeum und petrosum) blieben auch am Wirbelbau des Schädels unbetheiligt, wurden vielmehr als Gerüstknochen dieser Sinnesapparate nur zwischen die eigentlichen Schädelwirbel eingeschoben, und hätten ebensowohl auch zwischen den Wirbeln der Rumpfwirbelsäule ihre Lage finden können, wenn die Zweckmässigkeit es erfordert hätte, das Riech- und Hörorgan an den Rumpf zu verlegen.

ganglion (*Ganglion semilunar. s. Gaseri*), in welches die motorische Wurzel nicht eingeht, sondern, wie die motorische Wurzel eines Spinalnerven am Ganglion spinale vorbeigeht, ebenfalls vorüberzieht, um wenigstens mit dem dritten Aste der aus dem Ganglion hervorkommenden Fortsetzung der sensiblen Wurzel sich zu verbinden. Die vier übrigen motorischen Nerven, nämlich die drei Augenmuskelnerven und der N. facialis sind als abgelöste Theile der motorischen Wurzel zu betrachten, daher sie bei niedern Wirbelthieren (Fischen und Amphibien) auch meistens noch Aeste des N. trigeminus darstellen (Fig. 548, 549 u. 550). Bemerkenswerth ist vom Facialis, dass er, wenn er selbstständig ist, zwischen dem mittlern und hintern Schädelwirbel, durch das Os petrosum gehend, aus dem Schädel austritt, während die übrigen zur Quintus-Gruppe gehörigen Nerven theils durch die, einem Foramen intervertebrale, homologe, Fissura orbitalis superior, theils durch accessorische Löcher im mittleren Schädelwirbel (*Foramen rotundum et ovale*) aus dem Schädel austreten.

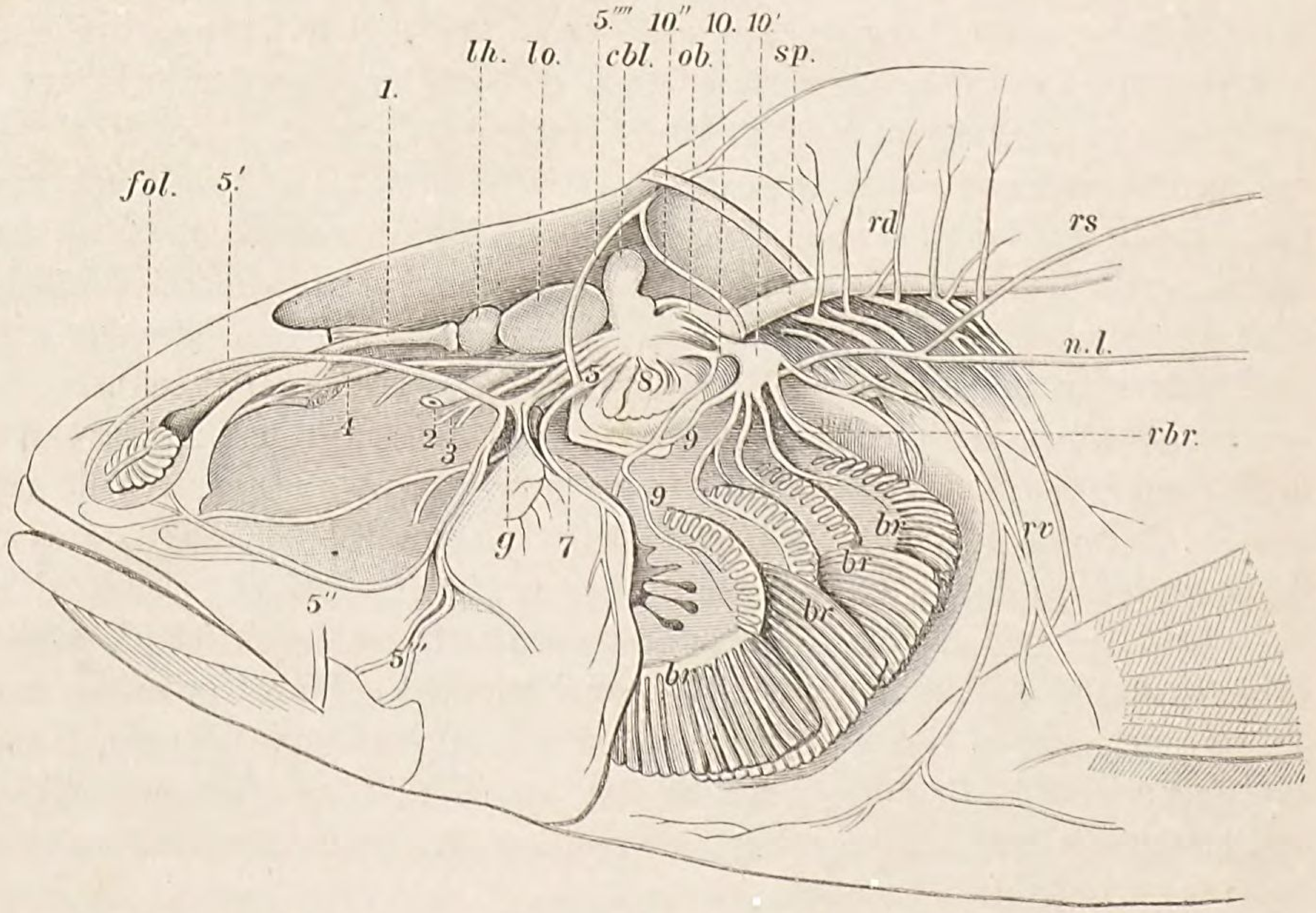


Fig. 549. Hirnnerven von Perca fluviatilis (nach Cuvier). *lh* Lobus hemisphaericus. *lo* Lob. opticus. *cbl* Cerebellum. *ob* Medulla oblongata. *sp* Med. spin. *fol* Foss. olfact. *br* Kiemen (*1—4*). *1* Nerv. olfact. *2* N. opt. *3* N. oculomotor. *4* N. trochlearis. *5* N. trigeminus. *g* Ganglion desselben. *5'* Ram. ophthalmicus. *5''* Ram. maxillar. superior. *5'''* Ram. maxillaris inferior. *5''''* Ramus dorsalis, mit einem gleichen des Vagus sich verbindend. *7* N. facialis, ein Zweig des Trigeminus. *8* N. acusticus. *9* N. glossopharyngeus, ein Zweig des Vagus, an die vorderste Kieme und an den Schlund sich vorn anlegend. *10* N. vagus. *10'* Ganglion desselben. *10''* Ramus dorsalis desselben, mit dem gleichen des Trigeminus (*5''''*) sich verbindend. *rbr* Rami branchiales zu den 3 hintern Kiemen und zum Magen. *n.l* N. lateralis des Vagus .*rs* Oberer Zweig desselben. *rv* Ventraläste der vordern Spinalnerven. *rd* Rami dorsales derselben.

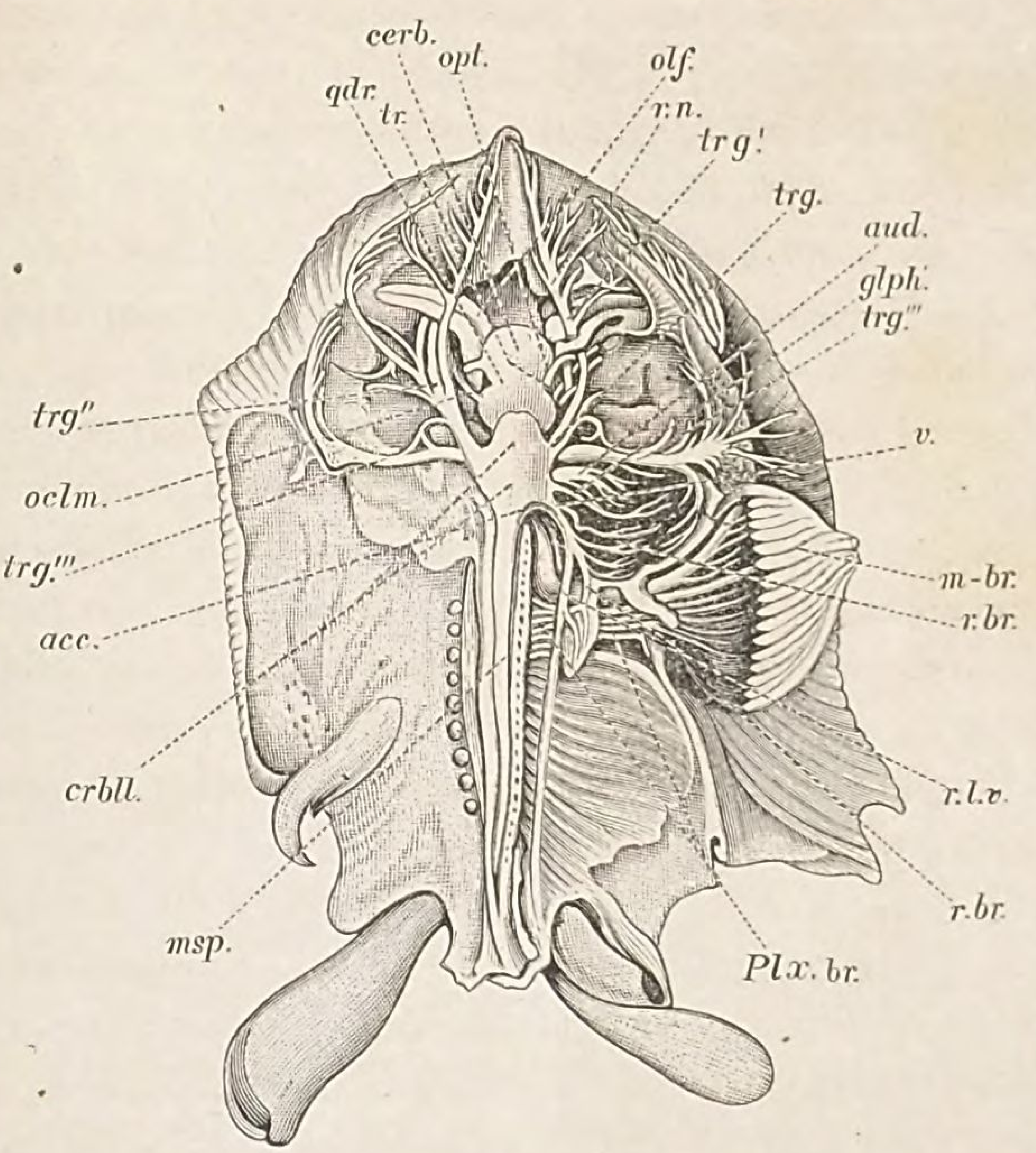


Fig. 550. Nervensystem von Raja clavata (nach Bonsdorff). *cerb* Grosshirn. *qdr* Vierhügel. *crbll* Kleines Hirn. *msp* Rückenmark. *olf* Nervus olfactorius. *opt* Nerv. opticus. *oclm* Nerv. oculomotorius. *tr* Nerv. trochlearis. *trg* Nerv. trigeminus. *trg'* Erster Ast. *r.n* Nasenzwinger desselben. *trg''* Zweiter Ast. *trg'''* Dritter Ast. *m.br* Ramus musculo-branchialis. *aud* Nerv. acusticus. *glph* Nerv. glossopharyngeus. *v* Nerv. vagus. *r.br* Rami branchiales. *r.l.v* Ramus lateralis vagi. *acc* Nerv. accessorius Willisii. *Plex.br* Plexus brachialis.

Die hintere Gruppe der Hirnnerven, welche nach dem Hauptnerven darin, dem N. vagus, auch die Vagusgruppe genannt werden kann, bildet den hintern Wirbelnerven des Schädels, und besteht aus dem N. glossopharyngeus, dem N. vagus, N. accessorius Willisii und dem N. hypoglossus.

Der N. vagus in Verbindung mit dem Accessorius hat von der Spinalnervenähnlichkeit noch am meisten erhalten. Beide verhalten sich zu einander, wie die sensible und motorische Wurzel eines Spinalnerven. Nur kommt dem Vagus das Eigene zu, dass durch sein Wurzelganglion (*Ganglion jugulare*) nicht allein sensible, wie an den Spinalganglion, sondern auch motorische Wurzelfasern gehen.

Der N. glossopharyngeus ist ein abgelöster Theil des Vagus, mit diesem die vorwiegend sensible Wurzel des hintern Wirbelnerven bildend. Daher theilt er auch mit dem Vagus den Besitz eines Wurzelganglions (*Ganglion petrosum*) und stellt bei niedern Wirbelthieren, bei denen die Ablösung noch nicht erfolgt ist, einen Ast des Vagus dar (Fig. 548 u. 550).

In gleicher Weise stellt auch der Hypoglossus einen abgelösten Theil

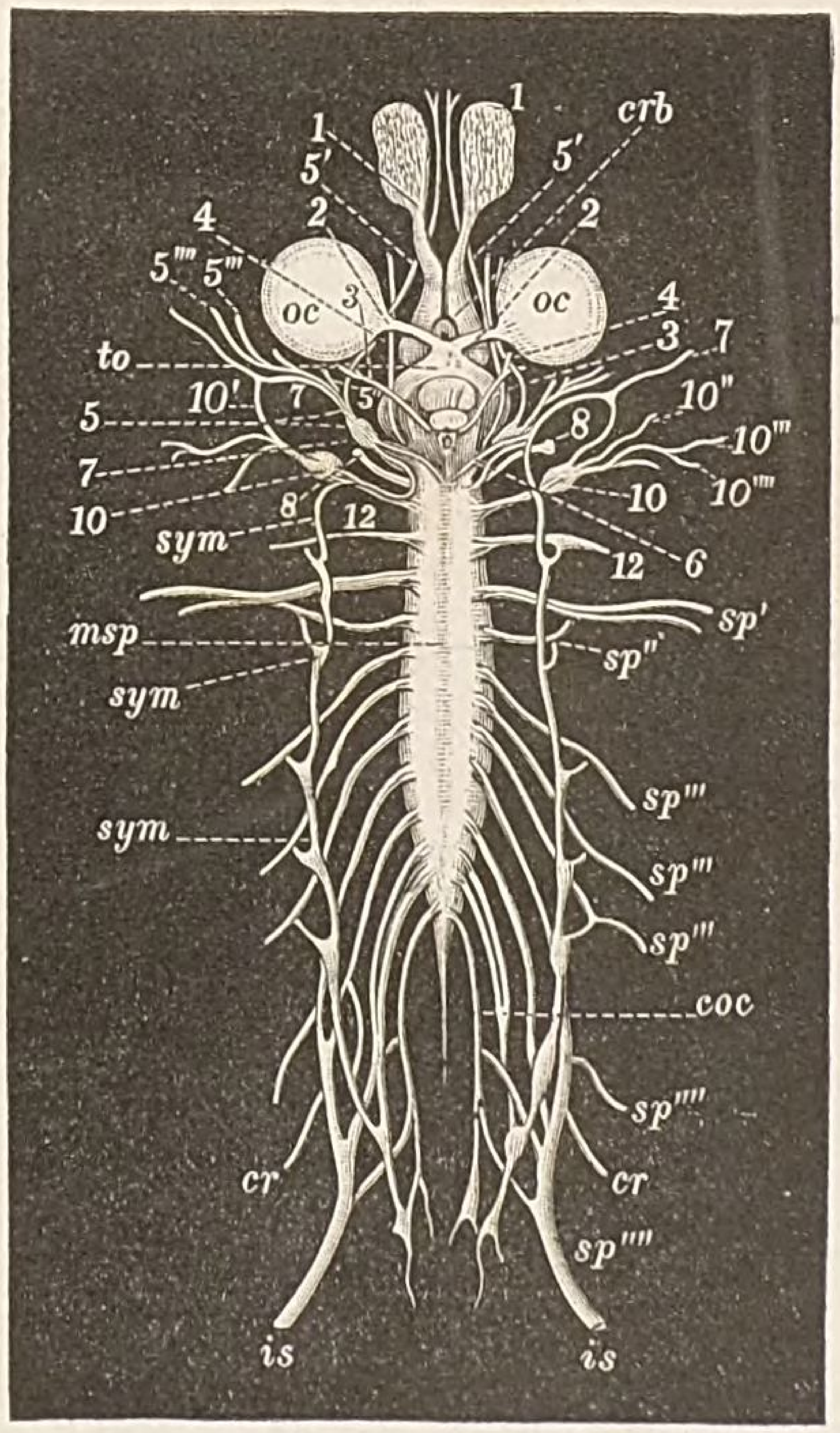


Fig. 551. Halbschematische Darstellung des Nervensystems von Rana esculenta (nach A. Ecker). *crb* Gehirn (*Cerebrum*). *msp* Rückenmark (*Med. spinalis*). *1* N. olfactorius. *2* N. opticus, sich in das Auge (*oc*) einsenkend. Die Tractus optici (*to*) kommen aus der untern Fläche der Lobi optici und vereinigen sich dann zum Chiasma. Hinter letzterem sieht man das Tuber cinereum und die Hypophysis. *3* Nerv. oculomotorius, tritt an der untern Fläche der Medulla oblongata aus, nahe der Mittellinie, hinter der Hypophysis. *4* Nerv. trochlearis, kommt an der obern Fläche des Gehirns, am hintern Rand der Vierhügel hervor, schlägt sich dann um diese nach unten herum und erscheint neben und über dem N. oculomotorius. *5* Nerv. trigeminus. Er schliesst nebst dem eigentlichen Trigeminus auch noch die Elemente d. N. facialis, abducens und sympathicus ein. *6* Nerv. abducens, aus der vordern Spalte der Medulla oblongata hervortretend, läuft er nach aussen und vorn, um in das Ganglion des Nerv. trigeminus sich einzusenken. *7* Nerv. facialis, entspringt in genauer Verbindung mit dem Nerv. acusticus (*8*), von dem er sich trennt und in das Ganglion des Trigeminus eingeht. *8* Nerv. acusticus, dicht hinter der Facialwurzel des Trigeminus von der Medulla oblongata abgehend. *10* Nerv. vagus (auch die Elemente des N. glossopharyngeus und accessorius Willisii einschliessend). Er entspringt von der Rückenseite der Medulla oblongata mit 3—4 Wurzeln, von denen der hinterste mehr von der vordern Seite abgeht und dem Nerv. accessorius Willisii entspricht. *12* Nerv. hypoglossus, bildet den ersten Rückenmarksnerven. *sp* Die übrigen Rückenmarksnerven (*Nervi spinales*). *sp'* Zweiter Spinalnerv — Nerv. brachialis. *sp''* Dritter Spinalnerv, geht grösstentheils in den Nerv. brachialis ein. *sp'''* Vierter bis sechster Spinalnerv, in die Rumpfwände sich verbreitend. *sp''''* Siebenter bis neunter Spinalnerv, den Plexus ischiadicus bildend. *cr* Nerv. cruralis, Nerv. ischiadicus, beide aus dem Plexus ischiadicus kommend. *coc* Nerv. coccygeus. *sym* Ganglienkette des Sympathicus. Das oberste Halsganglion liegt in der Höhe des Nerv. hypoglossus.

der motorischen Wurzel des hintern Wirbelnerven dar, zu dem der erste Spinalnerv indess in so nahe Beziehung und Verbindung tritt, dass bei niedern Wirbelthieren, wo die Ablösung von Vagus noch nicht erfolgt ist, der erste Spinalnerv für den ganzen Hypoglossus genommen wird.

Fried. Arnold (Icones nerv. capitis. Heidelberg 1834, pag. 2 und dessen Handb. der Anat. Bd. II, S. 830) hat, — nachdem schon C. G. Carus u. Fr. Meckel auf die Aehnlichkeit der Hirn- mit den Spinalnerven hingewiesen und Ersterer dargethan hatte, dass namentlich der Trigeminus und Vagus bei Fischen und Amphibien wie Spinalnerven sich verhielten und sonach als Intervertebralnerven anzusehen seien, — zuerst die Hirnnerven in zwei Klassen, in die Nerven der drei höheren Sinnesorgane (Riech-, Seh- und Hörorgan) und in Wirbelnerven geschieden. Er hat das Verdienst, dargelegt zu haben, dass die Quintus- und Vagus-Gruppe als zwei Wirbelnerven, von spinalnervenähnlichem Charakter, anzusehen seien.

Gegenbaur (Ueb. d. Kopfnerven von Hexanchus und ihr Verhältniss zur Wirbeltheorie, in Jen. Zeitschr. Bd. VI. S. 497) erkennt die Eigenartigkeit der Nerven der höheren Sinnesorgane, und die Trennung der Hirnnerven in 1) höhere Sinnesnerven (von denen er jedoch den Gehörnerven ausschliesst) und 2) in solche, welche auf den spinalnervenähnlichen Typus zurückführbar sind, an. Seiner oben schon besprochenen neuen Wirbeltheorie entsprechend, nimmt er jedoch, statt zwei, neun ursprüngliche Wirbelnerven an, lässt dieselben aber zum Theil mit einander verschmelzen. So seien namentlich der

Trigeminus und Vagus als Nerven zu betrachten, welche aus solcher Concrescenz hervorgegangen seien. Der erstere sei aus der Verwachsung von zwei ursprünglichen, spinalnervenähnlichen Hirnnerven, der letztere dagegen, der Vagus, aus fünf solcher entstanden. Der erste Ast des Trigeminus (R. ophthalmicus) stellt den Rectus dorsalis, der zweite Ast (R. maxillaris superior) den R. ventralis des vorderen, — der dritte Ast (R. maxillaris inf.) den ventralen Ast des hintern dieser beiden Nerven dar, während ein schwacher Schädelhöhlenast (N. spinosus?) dessen R. dorsalis repräsentirt. Die drei Augenmuskelnerven (N. oculomotorius, trochlearis, abducens) blieben von dieser Concrescenz ausgeschlossen, werden aber als zum Trigeminus gehörige motorische Nerven noch angesehen. Der N. facialis wird mit dem N. acusticus als ein eigener, spinalnervenähnlicher Hirnnerv betrachtet. Das Gleiche gilt für den N. glossopharyngeus. Der N. vagus geht aus der Concrescenz von 5, spinalnervenähnlichen Hirnnerven zu einem Stamme hervor.

Gegen diese Ansicht, welche Gegenbaur zur Unterstützung seiner neuen Wirbeltheorie mit viel Geschick zu begründen sucht, spricht jedoch entschieden schon der Umstand, dass diese vermeintliche Concrescenz bei niedern Wirbelthieren eine viel weitergehende wäre, als bei höheren Thieren, indem bei Fischen und Amphibien schon Hirnnerven verwachsen und als Aeste eines grössern gemeinsamen Nerven erscheinen, die bei höheren Thieren und dem Menschen getrennt sind, während man doch gerade das Gegentheil erwarten sollte. Denn wenn die Trennung in die ursprünglichen Hirnnerven das Primäre und die Concrescenz derselben das Secundäre darstellt, so kann man sicherlich nicht die Erwartung hegen, dass eben diese Concrescenz bei den niedern Wirbelthieren, deren Organisationsstufe dem ursprünglichen Zustande doch noch viel näher steht, — in höherem Maasse zum Ausdruck komme, als bei den höheren Wirbelthieren, deren Organisation vom ursprünglichen Zustande doch viel weiter sich entfernt hat.

Die Nerven der höheren Sinnesorgane zeigen zwar bei den verschiedenen Wirbelthieren Verschiedenheiten bezüglich ihrer Stärke und Ausbildung, die aber abhängig sind von der Entwicklung der ihnen zugehörigen Sinnesapparate. Wo letztere verkümmert sind oder ganz fehlen, wie das Riechorgan bei Cetaceen, das Sehorgan bei Talpa und den Myxinoiden, das Hörorgan bei Amphioxinen, sind sie natürlich auch rudimentär oder fehlen ganz.

Der vordere Wirbelnerv oder die Trigeminus-Gruppe der Hirnnerven verästelt sich am Vorderkopf, an dem Antlitz und dem Ohr. Was nun die dazu gehörigen Einzelnerven noch weiter betrifft, so sind die drei Augenmuskelnerven (Oculomotorius, Trochlearis und Abducens) bei den Säugethieren und Vögeln, wie beim Menschen, discrete Nerven, die bei Amphibien, besonders den niederen und bei Fischen mehr oder weniger ihre Selbstständigkeit aufgeben, und als Aeste des Quintus erscheinen, und wo die Augen rudimentär geworden oder gänzlich fehlen, kommen sie natürlich selbst ganz in Wegfall. Das Gleiche gilt auch für den Facialis,

welcher seinen Verbreiterungsbezirk in derjenigen Muskulatur des Kopfes hat, welche zur Bewegung der Schädel- und Antlitzhaut, sowie zur Bewegung der von dieser gebildeten Duplicaturen (Lippen, Augenlider etc.) dient. Daher er bei Säugethieren, wie beim Menschen, stark ausgebildet ist. Bei den Vögeln hingegen ist er in Folge der Verkümmerung der Antlitzmuskulatur nur rudimentär und bei den Amphibien, noch mehr aber bei den Fischen, die weder bewegbare Lippen, Augenlider oder Ohren, noch überhaupt eine bewegliche Antlitzhaut besitzen, bildet er sich noch mehr zurück und geht mehr oder weniger in einen Ast des Quintus auf (Fig. 552 7). Er würde hier wahrscheinlich ganz dem Untergang anheim gefallen sein, wenn er nicht ausserdem die Muskulatur des Gebietes des Zungenbeinbogens und des Gaumens noch zu versorgen hätte. Sein Gaumenast bei den Fischen erhält sich bei Säugethieren und dem Menschen als N. petrosus superficialis major, und seine Verästelung an ersterem Muskelgebiete stellt bei den höheren Thieren seinen Zweig zu dem Steigbügelmuskel und den Hebern des Zungenbeins (*Digastricus et stylohyoïdeus*) dar.

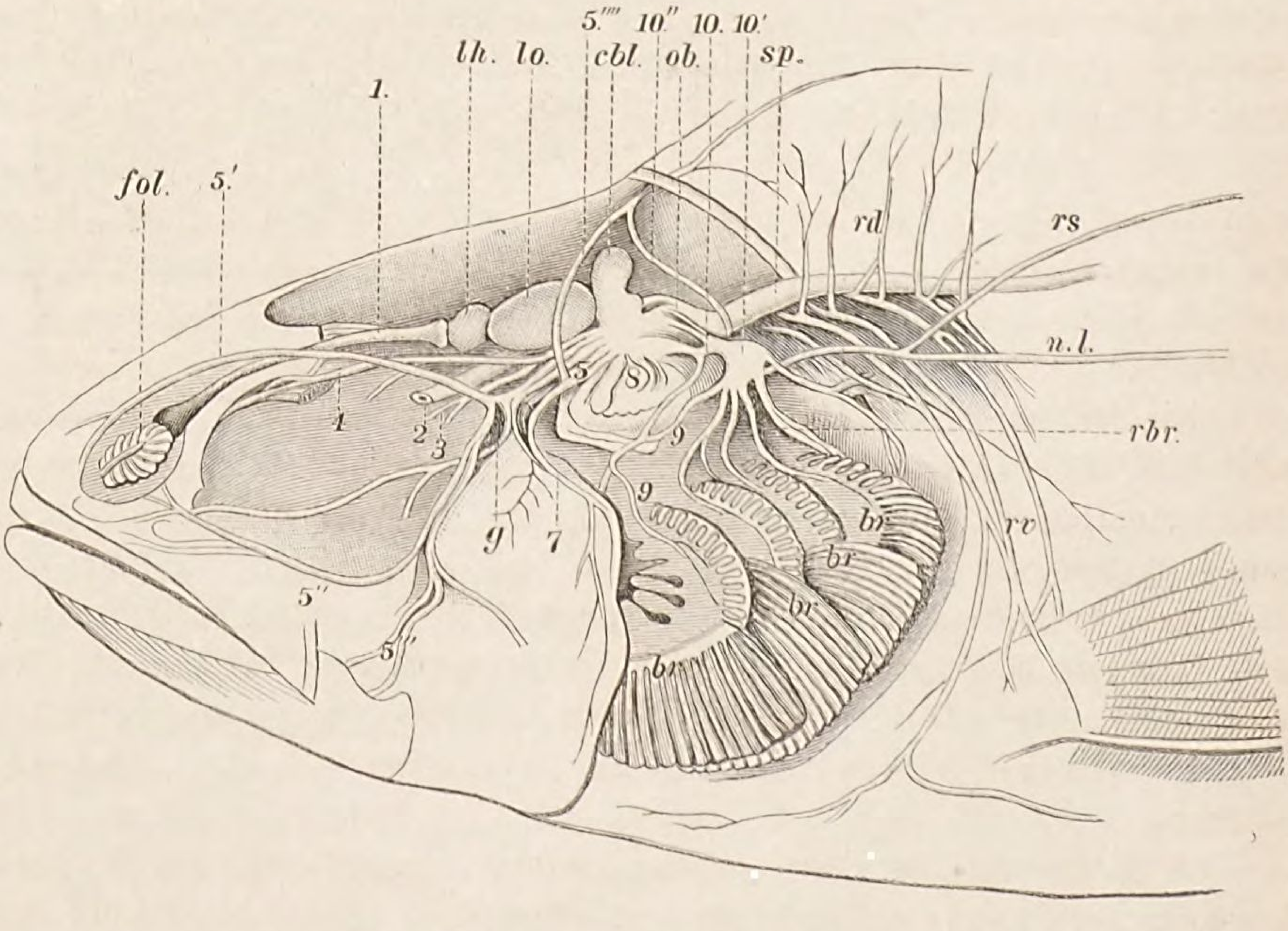


Fig. 552. Hirnnerven von Perca fluviatilis (nach Cuvier). *lh* Lobus hemisphaericus. *lo* Lob. opticus. *cbl* Cerebellum. *ob* Medulla oblongata. *sp* Med. spin. *fol* Foss. olfact. *br* Kiemen (*1—4*). *1* Nerv. olfact. *2* N. opt. *3* N. oculomotor. *4* N. trochlearis. *5* N. trigeminus. *g* Ganglion desselben. *5'* Ram. ophthalmicus. *5''* Ram. maxillar. superior. *5'''* Ram. maxillaris inferior. *5''''* Ramus dorsalis, mit einem gleichen des Vagus sich verbindend. *7* N. facialis, ein Zweig des Trigeminus. *8* N. acusticus. *9* N. glossopharyngeus, ein Zweig des Vagus, an die vorderste Kieme und an den Schlund sich vorn anlegend. *10* N. vagus. *10'* Ganglion desselben. *10''* Ramus dorsalis desselben, mit dem gleichen des Trigeminus (*5''''*) sich verbindend. *rbr* Rami branchiales zu den 3 hintern Kiemen und zum Magen. *n.l* N. lateralis des Vagus. *rs* Oberer Zweig desselben. *rv* Ventraläste der vordern Spinalnerven. *rd* Rami dorsales derselben.

Der Trigeminus, welcher den Hauptnerven dieser Gruppe bildet, ist der allgemeine Gefühlsnerv des Vorderschädels und des Antlitzes und der Muskelnerv der Unterkiefermuskulatur. Sein erster Ast (*R. ophthalmicus*) gehört den sensiblen Gebilden der Orbita, der Haut des Vorderschädels und dem Ethmoïdalbezirke an. Sein zweiter Ast (*R. maxillaris superior*) geht zu den sensiblen Theilen (äussere Haut, Schleimhaut, Zähne etc.) des Oberkiefergebietes mit der Decke der Mundhöhle. Sein unter der Orbita durchziehender Theil — N. infraorbitalis — erreicht bei Rüsselthieren (Elephant, Schwein, Maulwurf) und bei solchen, welche an ihren Lippen starke Tasthaare tragen (Robben), eine sehr bedeutende Stärke, während umgekehrt da, wo die Kiefer von Hornscheiden und dergl. umgeben sind, wie bei Vögeln, Monotremen, Cheloniern und Fischen, derselbe dann auch wieder sehr viel schwächer, als sonst, ausgebildet erscheint. Der dritte Ast (*R. maxillaris inferior*) ist der Gefühlsnerv für den Unterkiefer und seine Umgebung, für die Schleimhaut des Bodens der Mundhöhle mit der Zunge und Muskelnerv für die Kiefermuskeln. Von den drei Aesten des Trigeminus gehen beim Menschen und wohl auch bei Säugethieren kleine Zweige in die Schädelhöhle zurück, um theils an die Blutleiter, theils in der knöchernen Schädelwandung sich zu vertheilen. Vom ersten Aste geht ein solcher rückwärts zum Hinterhaupte (N. recurrens rami primi nervi quinti), vom zweiten Aste (N. recurrens rami secundi nervi quinti) zur mittleren Schädelgrube, und vom dritten Aste (N. recurrens r. 3^{tii} nervi quinti s. N. spinosus) ein solcher eben dahin. Sie scheinen dorsalen Aesten der Spinalnerven zu entsprechen, da auch bei Fischen solche Schädelhöhleäste beobachtet werden, die bald nur in dem Schädel sich verbreiten, bald aber auch die Schädeldecke durchbrechen, um als R. lateralis quinti unter der Kopfhaut und an dem Anfangstheile des Rückens sich zu vertheilen. Mitunter findet auch eine Verbindung mit entsprechenden Zweigen des N. vagus statt (Fig. 552).

Das Verbreitungsgebiet des hintern Wirbelnerven oder der Vagus-Gruppe ist der Athmungs- und Verdauungsapparat. Zunge und Ohr sind Organe, die auf der Grenze zwischen den Verbreitungsgebieten beider Wirbelnerven liegen und zu welchen Zweige aus beiden abgegeben werden.

Was nun die Einzelnerven dieser Gruppe anlangt, so ist der N. glossopharyngeus bei vielen Fischen (Cyclostomen, Chimaeren, Dipnoi und andern Knochenfischen), sowie bei den niedern Amphibien noch mehr oder weniger eine Abzweigung des N. vagus (Fig. 552). Nur bei manchen Knochenfischen und Selachiern und dann bei den höheren Amphibien (Fig. 553) hat er von demselben sich mehr abgelöst und dadurch die Selbstständigkeit erlangt, wie man ihn sie bei Vögeln und Säugethieren ähnlich,

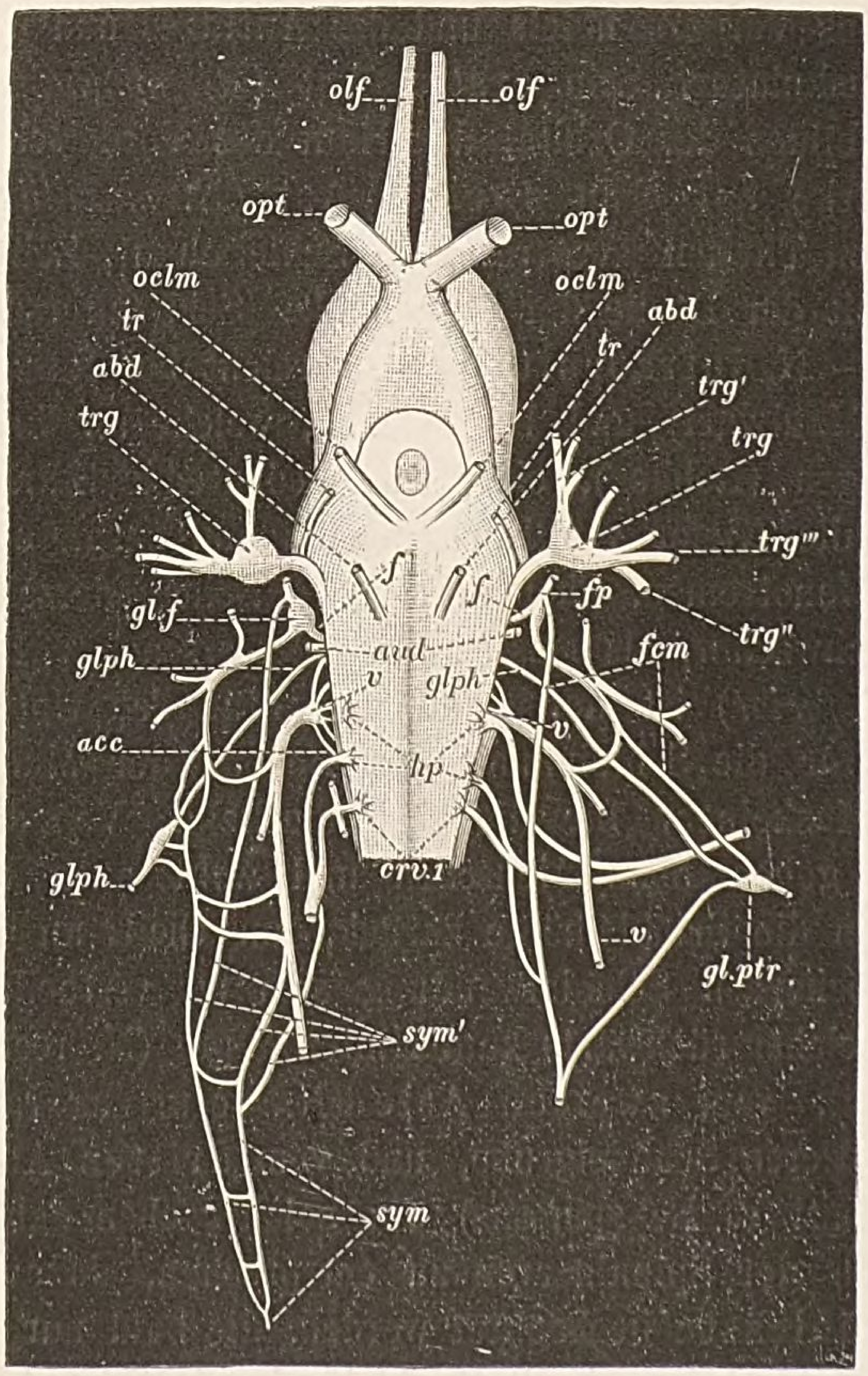


Fig. 553. Gehirn von unten mit den Nervenursprüngen von Lacerta ocellata (nach J. G. Fischer). *olf* Riechnerv (*N. olfactor.*). *opt* Sehnerv (*N. opticus*). *oclm* N. oculomotorius. *tr* N. trochlearis. *trg* N. trigeminus. *trg'* Erster Ast. *trg''* Zweiter Ast. *trg'''* Dritter Ast desselben. *abd* N. abducens. *f* Antlitznerv (*N. facialis*). *fp* Ram. palatinus. *fcm* Verbindungen mit dem Glossopharyngeus und Sympathicus. *gl.f* Ganglion des N. facialis. *aud* Hörnerv (*N. acusticus*). *glph* N. glossopharyngeus. *glptr* Ganglion petrosum desselben. *v* Lungenmagennerv (*N. vagus*). *acc* Nerv. accessor. Willisii. *hp* N. hypoglossus (mit 2 Wurzeln entspringend). *crv.1* Erster Halsnerv (*N. cervicalis I.*). *sym* N. sympathicus. *sym'* Verbindungen mit dem N. facialis, glossopharyngeus, vagus, hypoglossus und dem ersten Halsnerven.

wie bei dem Menschen, einnehmen sieht. Sein Verbreiterungsbezirk ist bei den niedern durch Kiemen athmenden Wirbelthieren die Schlundwand, der Ausgang der Mundhöhle mit der Zunge und der vordere Kiemenbogen. Bei den Luft athmenden höheren Wirbelthieren sind es dieselben Theile oder deren Aequivalenten (Paukenhöhle, Eustachische Röhre).

Der N. vagus, der Hauptnerv dieser Gruppe, gehört dem Athmungs- und Verdauungsapparat, dem Herzen, sowie auch dem Ohre an. Bei den höhern Thieren theilt er sich in Zweige für das äussere Ohr, den Kehlkopf, die Luftröhre, Lungen und das Herz, den Schlundkopf, Oesophagus, Magen, Darm und die Leber. Bei den Fischen (Fig. 554) gehen seine Hauptäste an die Kiemen (2—5) — N. branchiales —, der übrige Theil setzt sich als Ramus intestinalis an den Verdauungsapparat (Magen und Darm) und auch zum Herzen fort.

Eigenthümlich ist den Fischen noch ein, an die Haut der Aussenseite des Rumpfes und an den Seitenkanal sich begebender Ast, der sog. Seitennerv (*N. lateralis*; Fig. 554 u. 555), welcher auch noch bei den Perennibranchiaten und Batrachierlarven vorkommt, aber schon bei den höheren Amphibien verkümmert. Der bei den höheren Wirbelthieren und dem Menschen vorhandene R. auricularis wird von Manchen als Ueberrest dieses

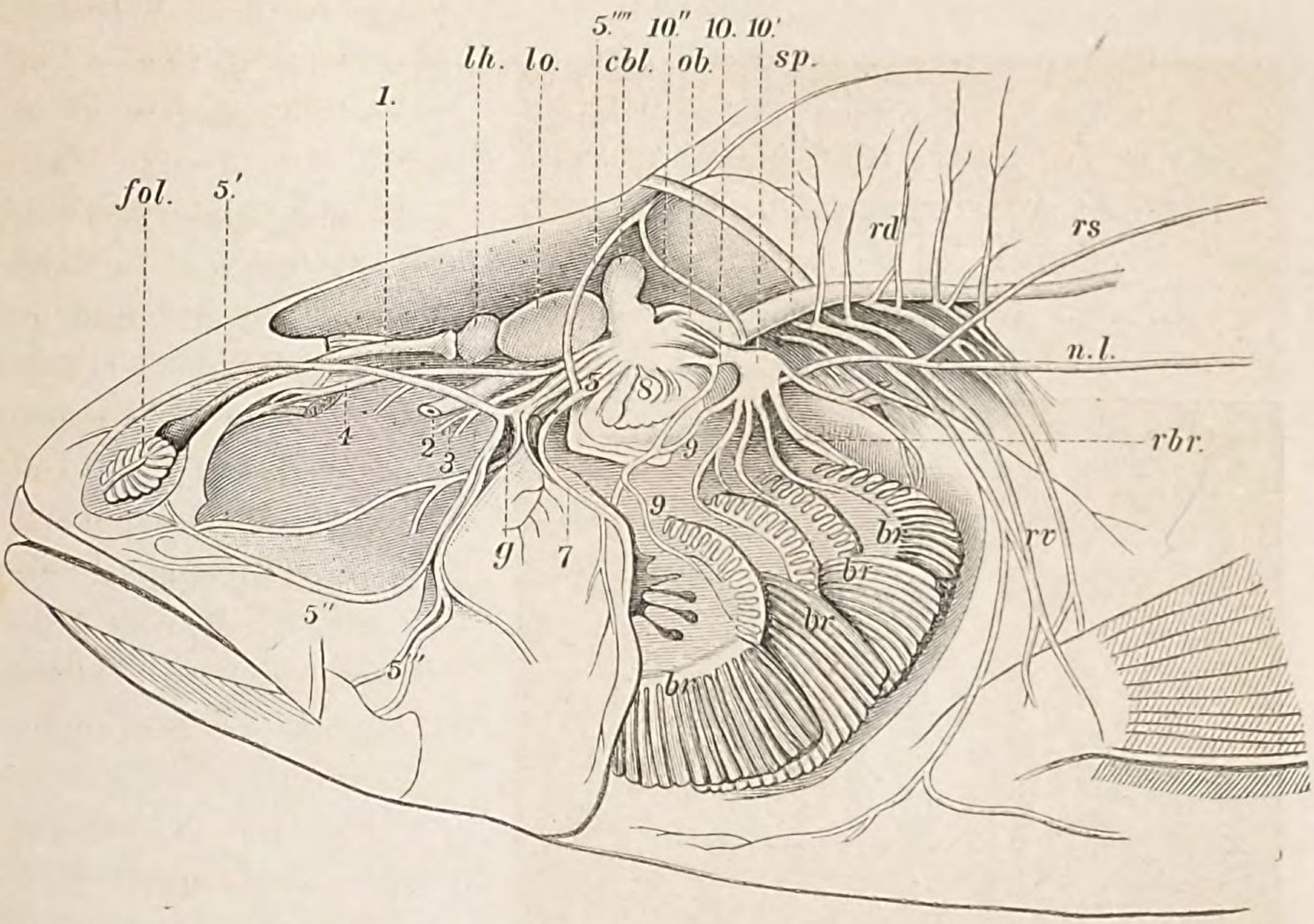


Fig. 554. Hirnnerven von Perca fluviatilis (nach Cuvier). *lh* Lobus hemisphaericus. *lo* Lob. opticus. *cbl* Cerebellum. *ob* Medulla oblongata. *sp* Med. spin. *fol* Foss. olfact. *br* Kiemen (*1—4*). *1* Nerv. olfact. *2* N. opt. *3* N. oculomotor. *4* N. trochlearis. *5* N. trigeminus. *g* Ganglion desselben. *5'* Ram. ophthalmicus. *5''* Ram. maxillar. superior. *5'''* Ram. maxillaris inferior. *5''''* Ramus dorsalis, mit einem gleichen des Vagus sich verbindend. *7* N. facialis, ein Zweig des Trigeminus. *8* N. acusticus. *9* N. glossopharyngeus, ein Zweig des Vagus, an die vorderste Kieme und an den Schlund sich vorn anlegend. *10* N. vagus. *10'* Ganglion desselben. *10''* Ramus dorsalis desselben, mit dem gleichen des Trigeminus (*5''''*) sich verbindend. *rbr* Rami branchiales zu den 3 hintern Kiemen und zum Magen. *n.l* N. lateralis des Vagus. *rs* Oberer Zweig desselben. *rv* Ventraläste der vordern Spinalnerven. *rd* Rami dorsales derselben.

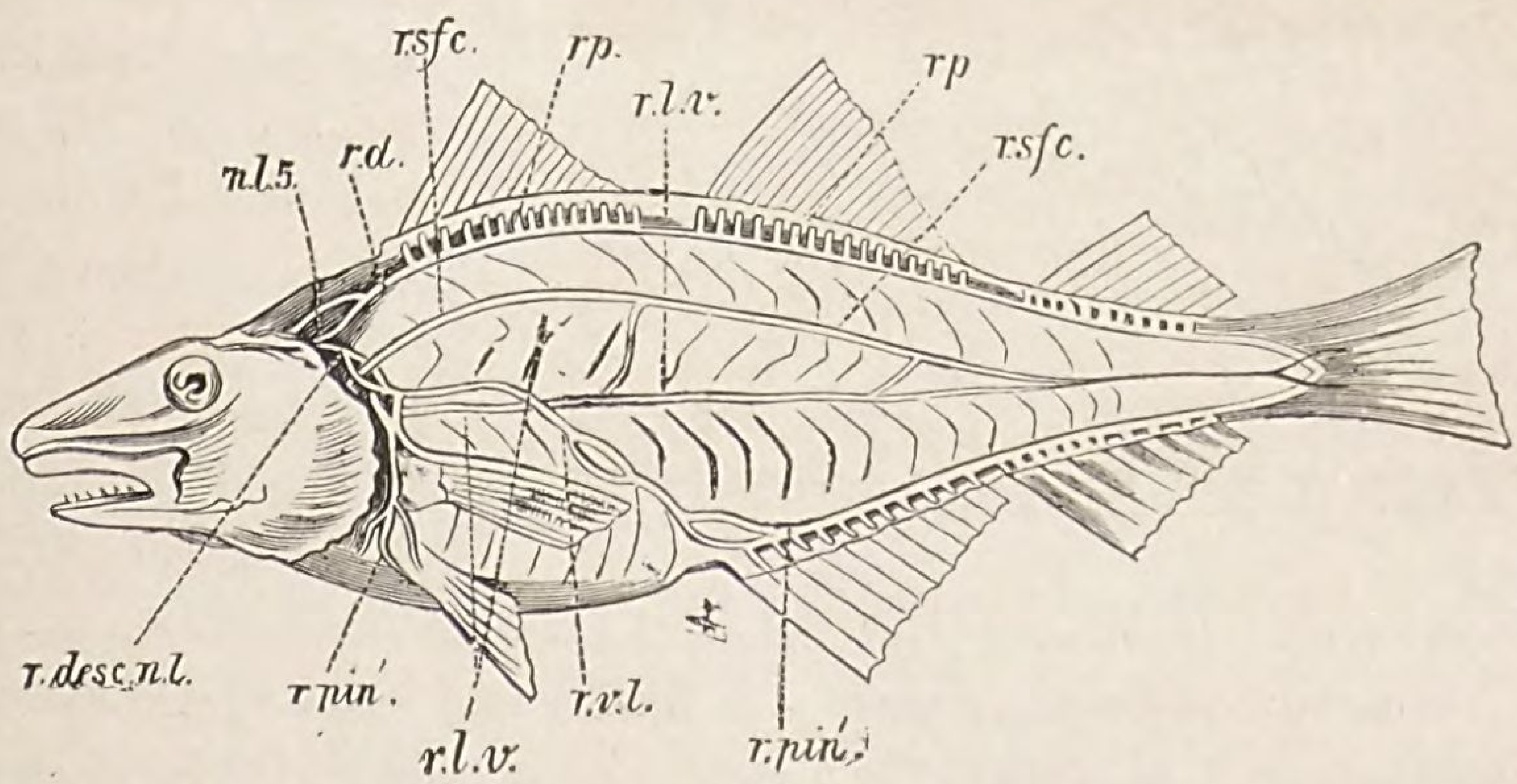


Fig. 555. Nervensystem von Gadus callarias (n. Stannius). *n.l.s* Nervus lateralis nervi trigemini. *rd* Ramus dorsalis desselben. *rp* Rami pinales. *r.dsc.nl* Ramus descendens des Nervus lateralis trigemini. *r.v.l* Ramus ventralis desselben. *r.pin'* Rami spinales. *r.l.v* Ramus lateralis nervi vagi. *r.sfc* Ramus superficialis desselben.

zurückgebildeten N. lateralis vagi angesehen. Bemerkenswerth ist beim Menschen der Abgang eines Schädelhöhlastes des Vagus zur hintern Schä-

delgrube (*R. recurrens vagi*, Arnold). Er ist wohl auch als ein R. dorsalis des hintern Wirbelnerven anzusehen und wird wohl bei Fischen (Fig. 554 *10''*) durch je einen Zweig des Vagus vertreten, welcher mit dem R. dorsalis des Trigeminus (Fig. 554 *5''''*) sich verbindet.

Der N. accessorius ist bei den Fischen und Amphibien noch ein integrirender Theil des N. vagus (Fig. 554). Erst bei den Vögeln und Säugethieren löst er sich bis zu einem gewissen Grade vom Vagus los, ohne jedoch seine Zugehörigkeit zu letzterem ganz zu verläugnen. Von den Elementen desselben, welche dem Vagus verbleiben, erhält der Schlundkopf und Stimmmuskelapparat seinen Muskelzweig, während der übrige Theil die Nerven für den Kopfnicker und die Schultermuskulatur (*M. cucullaris*) liefert.

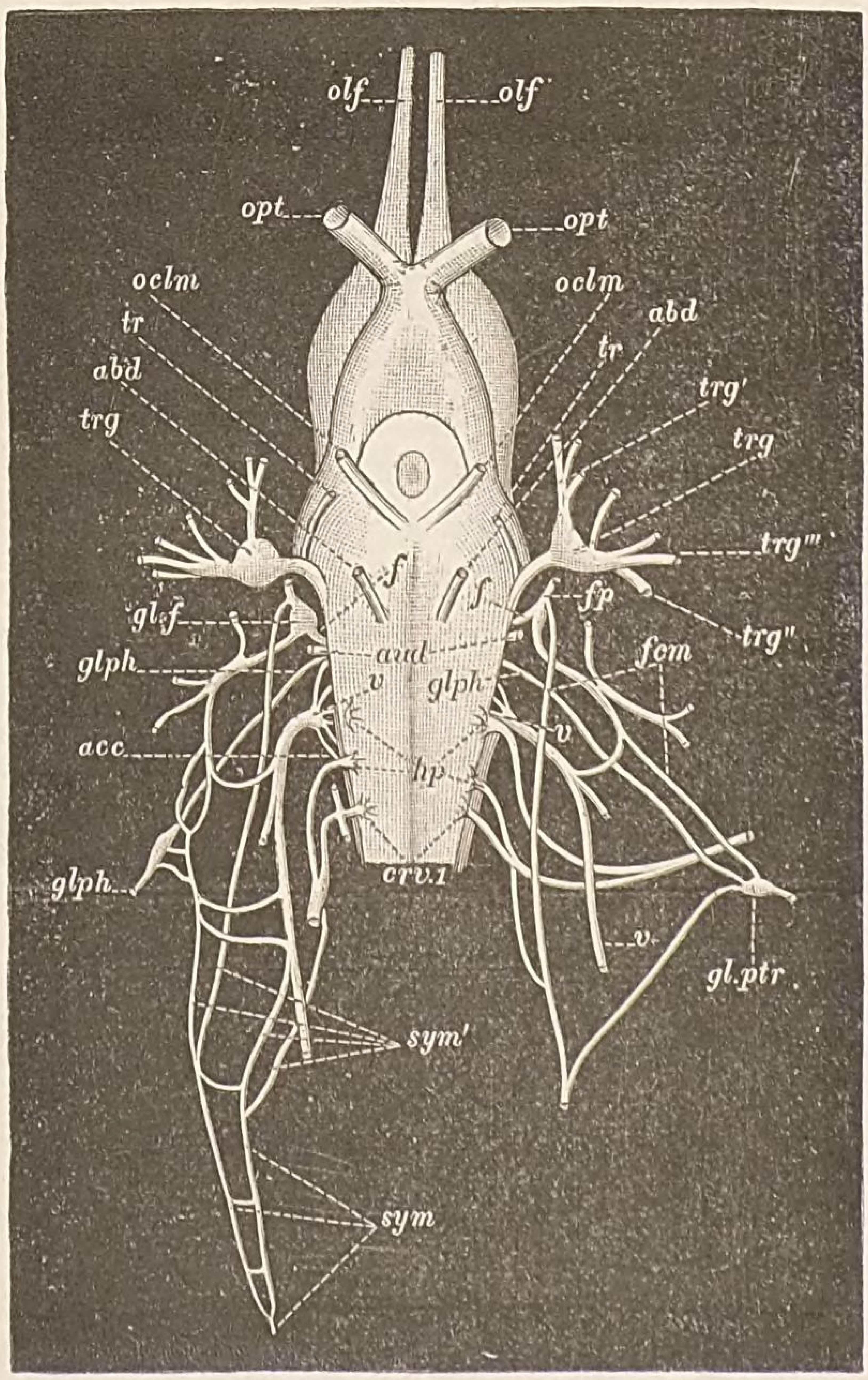


Fig. 556. Gehirn von unten mit den Nervenursprüngen von Lacerta ocellata (nach J. G. Fischer). *olf* Riechnerv (*N. olfactor.*). *opt* Sehnerv (*N. opticus*). *oclm* N. oculomotorius. *tr* N. trochlearis. *trg* N. trigeminus. *trg'* Erster Ast. *trg''* Zweiter Ast. *trg'''* Dritter Ast desselben. *abd* N. abducens. *f* Antlitznerv (*N. facialis*). *fp* Ram. palatinus. *fcm* Verbindungen mit dem Glossopharyngeus und Sympathicus. *gl.f* Ganglion des N. facialis. *aud* Hörnerv (*N. acusticus*). *glph* N. glossopharyngeus. *glptr* Ganglion petrosum desselben. *v* Lungenmagennerv (*N. vagus*). *acc* Nerv. accessor. Willisii. *hp* N. hypoglossus (mit 2 Wurzeln entspringend). *crv.1* Erster Halsnerv (*N. cervicalis I.*). *sym* N. sympathicus. *sym'* Verbindungen mit dem N. facialis, glossopharyngeus, vagus, hypoglossus und dem ersten Halsnerven.

Der Hypoglossus ist der Muskelnerv der Zunge und der meisten Zungenbeinmuskeln. Soweit er Zungenmuskelnerv ist, wird er bei den Fischen und niedern Amphibien als discreter Nerv meistens vermisst. Nur als Nerv für die Zungenbeinmuskeln tritt er mit einer gewissen Selbstständigkeit auf, weil er in diesem Falle nichts Anderes ist, als der erste Halsnerv.

2. Vegetatives Nervensystem (Nervus sympathicus).

Wie das animale Nervensystem, so besteht auch dieses aus Centralorganen — den Ganglien — und den von diesen ausstrahlenden Nerven, — den Gangliennerven. Nur sind die Centralorgane, im Gegensatze zu denen des animalen Nervensystems, in eine Anzahl von Centren gesondert und sonach auch die Nerven auf viele solcher Centren vertheilt.

Die Ganglien bilden durch Verkettung unter einander den, an der ventralen Seite der Wirbelsäule, beiderseits der Wirbelkörper, liegenden Ganglien- oder Grenzstrang des Sympathicus, der durch Ri. communicantes mit den meisten Cerebral- und allen Spinalnerven in solcher Verbindung steht, dass sowohl cerebrospinale Elemente ihnen zugeführt, als auch sympathische an jene peripherisch abgegeben werden.

Nach den Abschnitten der Wirbelsäule zerfällt der Grenzstrang in einen Hals-, Brust-, Bauch- und Beckentheil. Die von den Ganglien dieses Stranges ausgehenden Nerven begeben sich besonders zu den Eingeweiden, sowie an das Herz, die Gefässwände und an secretorische Apparate. Sie bilden auf dem Wege von den Ganglien nach den Organen, wobei sie häufig dann grösseren Gefässbahnen sich anlegen, meistens ansehnliche Geflechte, in denen Ganglienbildungen sich noch vielfach zu wiederholen pflegen. Die von dem, dem Kopfe zunächst liegenden obersten Halsganglion ausgehenden Nerven gehen zum Theil mit den, aus dem Schädel austretenden Gliedern des hintern Wirbelnerven Verbindungen ein, theils treten sie unter Geflechtbildungen (*Plex. caroticus int. et externus*) mit den grossen Kopfgefässbahnen (*Carotis interna et externa*) in den Kopf ein, um mit den Gliedern des vordern Wirbelnerven, und den an dessen Aesten sitzenden Ganglien sich zu verbinden. Man fasst diese zum Kopfe gelangenden Nervenausstrahlungen, nebst den davon gebildeten Geflechten und Ganglien als Pars cephalica nervi sympathici zusammen.

Was nun das Vorkommen des sympathischen Nervensystems in der Reihe der Wirbelthiere anbelangt, so scheint dasselbe nur den Amphioxinen und Cyclostomen, wenigstens den Myxinoïden zu fehlen, während es sonst ganz allgemein angetroffen wird. Lage und Verlauf des Grenzstranges, sowie die Grösse des Verbreitungsgebietes der aus den Ganglien hervorgehenden Nerven zeigt bei den verschiedenen Wirbelthieren im Einzelnen grosse Verschiedenheiten.

Bei Säugethieren und Vögeln sind die Abweichungen von der Anordnung beim Menschen im Allgemeinen nicht sehr erheblich. Nur die Einlagerung des Grenzstranges am Halse der Vögel in den Wirbelkanal kann als eine Besonderheit hervorgehoben werden. Bei den Amphibien wird eine Pars cephalica von Verbindungen dargestellt, welche das Kopfende des Grenzstranges mit den Ganglien der beiden Wirbelnerven (Fig.

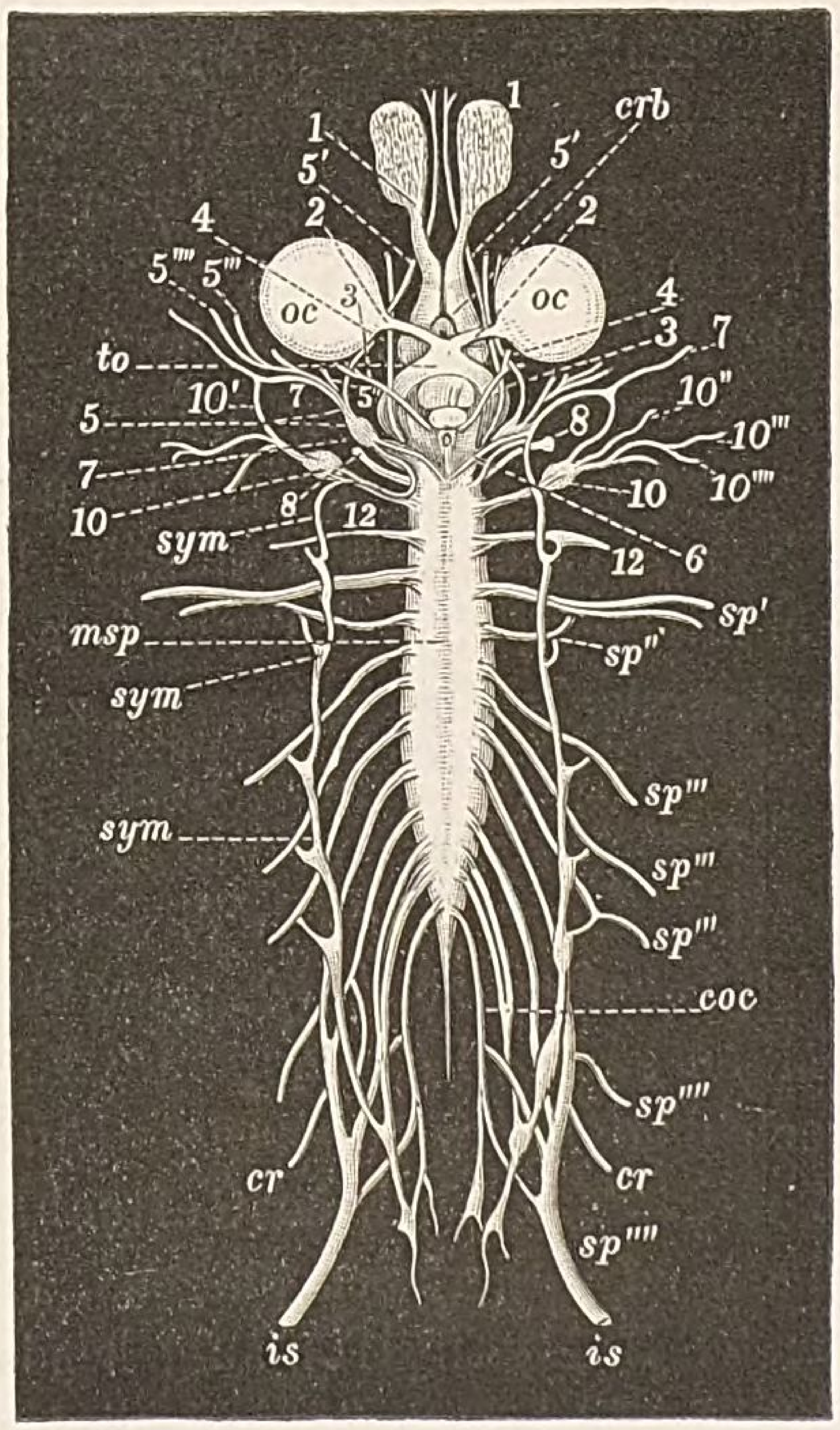


Fig. 557. Halbschematische Darstellung des Nervensystems von Rana esculenta (nach A. Ecker). *crb* Gehirn (*Cerebrum*). *msp* Rückenmark (*Med. spinalis*). *1* N. olfactorius. *2* N. opticus, sich in das Auge (*oc*) einsenkend. Die Tractus optici (*to*) kommen aus der untern Fläche der Lobi optici und vereinigen sich dann zum Chiasma. Hinter letzterem sieht man das Tuber cinereum und die Hypophysis. *3* Nerv. oculomotorius, tritt an der untern Fläche der Medulla oblongata aus, nahe der Mittellinie, hinter der Hypophysis. *4* Nerv. trochlearis, kommt an der obern Fläche des Gehirns, am hintern Rand der Vierhügel hervor, schlägt sich dann um diese nach unten herum und erscheint neben und über dem N. oculomotorius. *5* Nerv. trigeminus. Er schliesst nebst dem eigentlichen Trigeminus auch noch die Elemente d. N. facialis, abducens und sympathicus ein. *6* Nerv. abducens, aus der vordern Spalte der Medulla oblongata hervortretend, läuft er nach aussen und vorn, um in das Ganglion des Nerv. trigeminus sich einzusenken. *7* Nerv. facialis, entspringt in genauer Verbindung mit dem Nerv. acusticus (*8*), von dem er sich trennt und in das Ganglion des Trigeminus eingeht. *8* Nerv. acusticus, dicht hinter der Facialwurzel des Trigeminus von der Medulla oblongata abgehend. *10* Nerv. vagus (auch die Elemente des N. glossopharyngeus und accessorius Willisii einschliessend). Er entspringt von der Rückenseite der Medulla oblongata mit 3—4 Wurzeln, von denen die hinterste mehr von der vordern Seite abgeht und dem Nerv. accessorius Willisii entspricht. *12* Nerv. hypoglossus, bildet den ersten Rückenmarksnerven. *sp* Die übrigen Rückenmarksnerven (*Nervi spinales*). *sp'* Zweiter Spinalnerv — Nerv. brachialis. *sp''* Dritter Spinalnerv, geht grösstentheils in den Nerv. brachialis ein. *sp'''* Vierter bis sechster Spinalnerv, in die Rumpfwände sich verbreitend. *sp''''* Siebenter bis neunter Spinalnerv, den Plexus ischiadicus bildend. *cr* Nerv. cruralis, Nerv. ischiadicus, beide aus dem Plexus ischiadicus kommend. *coc* Nerv. coccygeus. *sym* Ganglienkette des Sympathicus. Das oberste Halsganglion liegt in der Höhe des Nerv. hypoglossus.

557 *sym*, *10*, *5* u. 556 *sym*) eingeht. Der übrige Theil des Grenzstranges zieht sich unter den Querfortsätzen der Wirbel nach hinten, steht mit den sämmtlichen Spinalnerven in Verbindung und sendet die Nerven zu den Eingeweiden und zu dem Herzen ab. Bei den Knochenfischen verhält sich der Sympathicus im Allgemeinen ähnlich. Nur pflegt der Kopftheil reducirt zu sein auf eine Verbindung, welche das Kopfende des Grenzstranges mit dem hintern Wirbelnerven (*Vagus*, *Glossopharyngeus*) eingeht. Bisweilen wird auch eine Verbindung mit dem Quintus angetroffen. Am Anfang seines Rumpfabschnittes besitzt der, hart an der Wirbelsäule anliegende Grenzstrang ein ansehnliches Gangl. splanchnicum, das die wesentlichsten Nerven — N. N. splanchnici — zu den Eingeweiden, wohin sie namentlich den Gefässbahnen folgen, entsendet. Am Schwanzbezirke liegt der Grenzstrang meistens im Caudalcanale, die Caudalgefässe begleitend und oft zu einem unpaaren Strang verschmelzend. Bei den Plagiostomen ist der Kopftheil auf einen Faden zurückgeführt, durch den das vorderste Ganglion des Rumpftheils mit dem Nerv. vagus in Verbindung steht.

3. Nervensystem der wirbellosen Thiere.

Audouin et Milne Edwards, Recherches anatom. sur le système nerveux, in Ann. d. sc. nat. I[e] Sér. T. 14. p. 77. pl. 2—6. — v. Beneden, Mémoire sur l'Argonaute, in nouveaux mém. de l'académie royale de sc. et belles lettres de Bruxelles. T. XI. — Derselbe, Exercises zootomiques, Fasc. 1. 2. Bruxelles 1839. — Blanchard, sur le système nerveux des Annélides in Ann. d. sc. nat. 3[e] Sér. T. 2. p. 81. pl. 1. 2. — Derselbe, sur le système nerveux des Mollusques acéphales testacés ou lamellibranches; ebenda, 3[e] Sér. T. 3. p. 324. pl. 12. — Derselbe, Recherches anatomiques et zool. sur le système nerveux des Insectes; ebenda, 3[e] Sér. T. 5. p. 272. pl. 8—15. — Brandt, Ueb. d. Mund-, Magen- oder Eingeweidenerven d. Evertebraten, Leipzig 1835. — Derselbe (u. Ratzeburg), med. Zool. Bd. II. — C. G. Carus, Erläuterungstafeln z. vergl. Anat. Hft. 8. — V. Carus, Icones zootom. I. Th. Leipzig. 1857. — Chéron, Sur le système nerveux des Cephalopodes in Ann. d. sc. n. 5. Sér. T. 5. pag. 5. pl. 1—5. — Delle Chiaje, Memorie sulla storia e notomia degli animali senza vertebre del regno di Napoli. 4 vol. Napoli 1823—29. cum atlante d. 109 tav. — Derselbe, Descrizione e notomia degli animali invertebrati della Sicilia citeriore. Tom. I. II. cum atlante (Tav. 1—185). Napoli 1841. — G. Cuvier, Mémoire pour servir à l'histoire et à l'anatomie des Mollusques. Paris 1817. — Duvernoy, sur le système nerveux des Mollusques acéphales bivalves, in comptes rendus. 1844. No. 22, 25; 1845. No. 8. — In Froriep's neuen Notizen. 1845. No. 731. — Léon Dufour, in ann. d. sc. nat. 3[e] Sér. T. 1. et 15. — Derselbe, Recherches anatomiques etc. in Ann. d. sc. nat. 4[e] Sér. T. 10. — Eberth, Untersuchungen üb. Nematoden. — Th. Eimer, zool. Studien. Leipzig. 1873. — Milne Edwards, Histoire nat. des Crustacées. 1834—40. — Derselbe, Crustacea, in Cyclopaedia. — Faivre, Système nerveux chez quelques Annelides in Ann. d. sc. n. 4[e] Sér. T. 5. 6. — Frey u. Leuckart, Beitr. z. Kenntniss wirbelloser Thiere. 1847. — Garner, On the nervous system of molluscous animals, in Transactions of the Linnean society. vol. 17. 1837. pl. 24. — Gondsir (et Forbes), zur Anatomie von Thalassema u. Echiurus, in Froriep's neuen Notizen 1841. No. 392. pag. 279. — Grant, in Zool. Transact. 1833. I. pl. 2. — Greef, Ueber den Bau d. Echinodermen in. d. Sitzungsberichten d. Marburg. Gesellsch. f. ges. Naturw. 1871. No. 8; 1872. No. 9 u. 11; 1876. No. 1. — Derselbe, Uber den Bau der Echiuren, ebenda, Sitzungsber. 1874. No. 2. S. 21; u. 1877. No. 4. S. 70. — Heller, z. Anat. v. Argus persicus, in Sitzungsber. d. Wiener Acad. d. W. 1858. — Haeckel, Ueb. d. Augen und Nerven der Seesterne in Zeitschr. f. w. Z. Bd. I. — Derselbe, Beitr. z. Naturgeschichte d. Hydromedusen. 1865. — Helmholtz, De fabrica systematis nervosi evertebratorum. Königsberg. — Henle, Ueb. Enchytraeus, eine neue Anneliden-Gattung, in Müller's Archiv. 1837. pag. 85. Taf. 6. — Keber, De nervis concharum. Dissert. Berol. 1837. — Derselbe, D. Eingeweidenervensystem der Teichmuschel in Müller's Archiv. 1852. S. 76. Taf. 3. — Keferstein, Unters. üb. nied. Seethiere, in Zeitschr. f. w. Z. 1862. — Derselbe und Ehlers, zool. Beitr. Leipzig. 1851. — Krohn, Ueb. d. Nervensystem d. Echiniden u. d. Holothurien in Müller's Archiv. 1841. — Kutorga, Scolopendrae morsit. anatome. 1834. — Lacaze-Duthiers, Histoire et Monographie du Pleurobranche in Ann. d. sc. n. 4[e] Sér. 11. pag. 199. pl. 11. 12. — Derselbe, Sur le système nerveux de l'Haliotide, ebenda, 4[e] Sér. T. 12. pag. 127. — Derselbe, Mémoire sur l'anatomie etc. des Vermets, ebenda 4[e] Sér. T. 13. pag. 248. pl. 6. — Lemoine, Recherches pour servir à l'histoire du système nerveux de Écrevisse, in Ann. d. sc. n. 5[e] Sér. T. 9. pag. 99. — Lespès, Recherches sur l'organisation etc. du Termite lucifuge, in Ann. d. sc. n. 4[e] Sér. T. 5. pag. 265. pl. 7. — Leydig, Vom Bau des thier. Körpers. Bd. I. 1. Hälfte. Tüb. 1864. S. 117. — Derselbe, Tafeln z. vergl. Anat. Hft. 1. Tüb. 1864. — Meissner, Ueb. Vermis albicans, in Zeitschr. f. w. Z. 1854. — J. Müller, Ueb. ein eigenth., dem Nerv. sympathicus analoges Nervensystem d. Eingeweide bei den Insecten, in d. nov. act. academ. Caesar. Leopold. natur. curios. Bd. 14. — Derselbe. Beitr. z. Anatomie d. Scorpions, in Meckel's Archiv. 1828. — Derselbe, Anat. Studien üb. d. Echinodermen, in dessen Archiv. 1850. — Newport, (Nervensystem v. Sphinx ligustri), in Philosoph. transactions. 1832. pl. 12. 13. — Derselbe, ebenda 1834. pag. 389. pl. 13—17. — Derselbe, On the structure of the nervous system, in Philosoph. transact. 1843. P. V. pl. 11. 12. in Froriep's neuen Notizen. Bd. 28. S. 177. — Owen, Cephalopoda in Todd's Cyclopaedia Vol. I. — A. Pagenstecher, Beitr. z. Anat. d. Milben. Hft. 1. 2. 186—61. — Derselbe, Beitr. z. Anat. u. Physiol. v. Phronima sedentaria im Archiv f. Naturgesch. 1861.

— Panceri, Gli organi et la secrezione dell' acido solforico nei Gasteropodi etc. Napoli 1869. Tav. I. Fig. 1. — Quatrefages, Sur le système nerveux des Annelides, in Ann. d. sc. n. 3e Sér. T. 2. pag. 81. pl. 1. 2, und T. 14. pag. 329. pl. 6—10. — Derselbe, Sur l'organisation des Pycnogonides, ebenda 3e Sér. T. 4. pag. 12. pl. 4—6. — Derselbe, Mémoire sur les Nemertiens, ebenda, 3e Sér. T. 6. pag. 173. pl. 14. — Derselbe, Études sur le système nerveux de Sangue et des Lumbrices, ebenda, 3e Sér. T. 17. — Rymer Jones, Myriapoda, in Todd's Cyclopaedia of anatomy. — Roth, De animalium invertebrator. systemate nervoso. Wirceburgi 1825. — v. Siebold, vergl. Anatomie der wirbellosen Thiere. Berlin 1848. — Schneider, Die Muskeln u. Nerven d. Nematoden im Archiv f. Anat. u. Physiol. 1860. — O. Schmidt, Die dendrocœlen Strudelwürmer, in Zeitschr. f. w. Z. 1860. — M. Schultze, Beitr. z. Naturgesch. d. Turbellarien. 1851. — Spix, Der ges. innere Körperbau d. Blutegels, in d. Denkschr. d. Münch. Academie d. W. 1813. — Strauss-Dürkheim, Considérations générales sur l'anatomie comparée des animaux articulés etc. Paris 1828. — Swan, Illustrations of the comparative anatomy of the nervous system. 1835. — Tiedemann, Anatomie d. Röhrenholothurie etc. Landshut 1816. — Treviranus, Ueb. d. innern Bau d. Arachniden 1812. — Derselbe, Nervensystem d. Scorpions u. d. Spinne, in dessen Zeitschr. f. Physiologie Bd. 4. S. 89. Taf. 6. — Derselbe, in dessen vermischten Schriften. Bd. I u. II. — R. Wagner, Icones zootom. Lips. 1841. — G. Walter, Microscop. Studien üb. d. Centralnervensystem wirbelloser Thiere. Bonn. 1863. — Will, Ueb. d. Structur d. Gangl. u. d. Ursprung der Nerven bei wirbellosen Thieren, in Müller's Archiv 1844. S. 76. —

Es gibt eine Anzahl niederer thierischer Geschöpfe (Protozoën und viele Cœlenteraten, wie die Polypen, Hydroïden, Siphonophoren, manche Würmer, wie namentlich Eingeweidewürmer), bei denen man entweder bis jetzt gar kein Nervensystem wahrnehmen konnte, oder, wo man, wie bei letzteren Thieren, ein solches vorgefunden zu haben glaubte, der Befund doch noch zweifelhaft ist.

Die höheren Formen der Wirbellosen dagegen, wie unter den Coelenteraten die Scheiben- und Rippenquallen, dann die Echinodermen, Würmer, Arthropoden und Mollusken sind entschieden mit einem Nervensystem versehen, wenn auch dasselbe auf sehr verschiedener Stufe der Ausbildung angetroffen wird.

Wie bei den Wirbelthieren, so lässt sich auch bei den Wirbellosen ein Centraltheil gegenüber einem peripherischen unterscheiden. Ersterer tritt in der Form von Ganglien auf, welche durch Häufung von Nervenzellen gebildet werden. Letzterer besteht aus den von jenen ausgehenden Nerven, die von bündelartig zusammengelegten Nervenfasern gebildet werden, welche mit ihrem einen Ende mit den Zellen des Centralorganes, mit ihrem andern mit den Körpertheilen in Verbindung stehen.

Wo die einfachsten Anlagen eines Nervensystems auftreten, stellt das Centralorgan eine Ganglienmasse dar, welche über dem Eingang der Verdauungshöhle oder in deren Nähe liegt; daher Schlundganglion, oberes Schlundganglion heisst. Es kann ein einfaches oder in zwei Seitenhälften getheiltes Doppelganglion sein, von dem die Körpernerven ausgehen (Fig. 558). Als Ausdruck einer höheren Ausbildung gehen von ihm beiderseits zwei Nerven ab, welche an der ventralen Seite zu einer Schlinge zusammenfliessen und ein, den Eingang zum Nahrungskanal umschliessen-

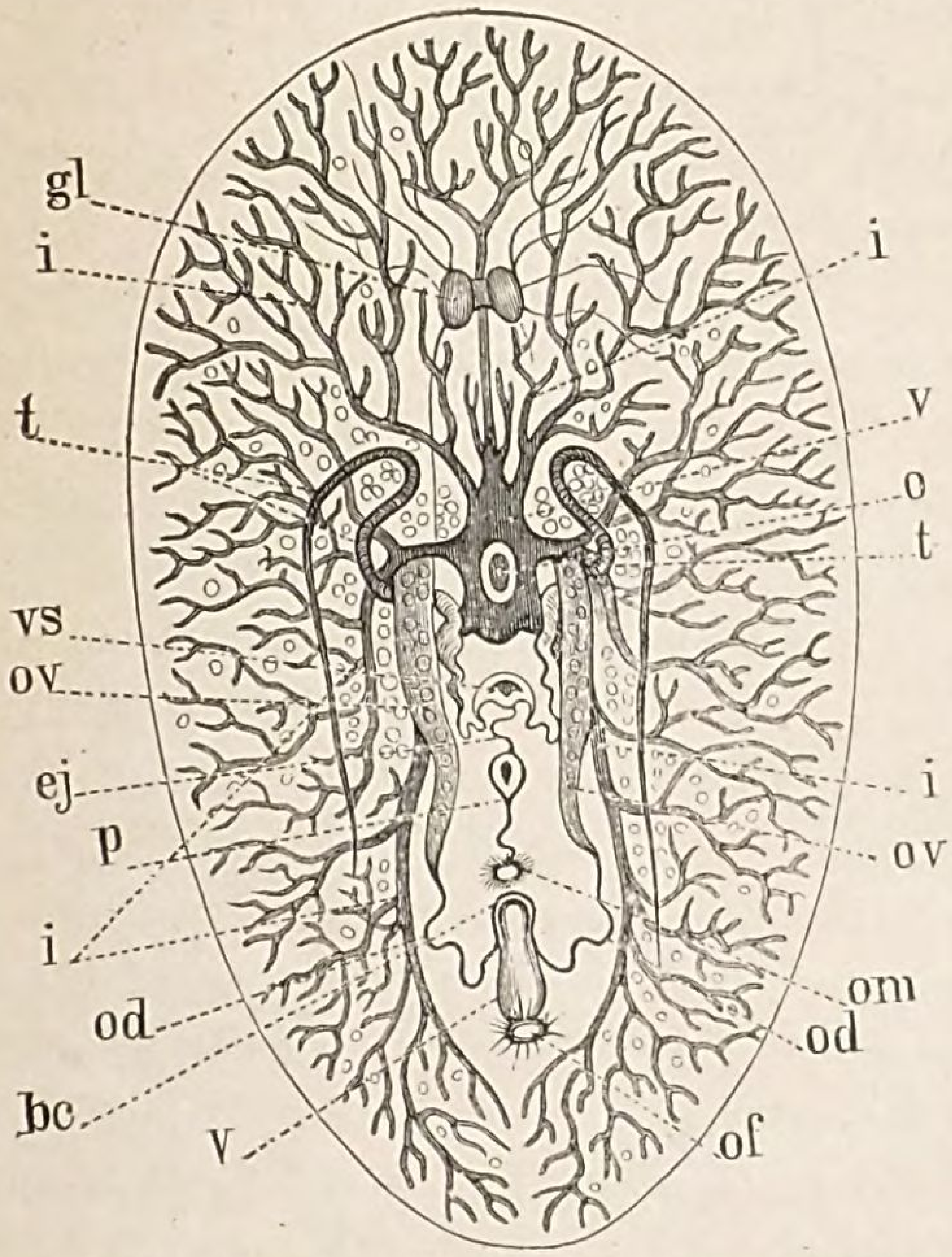


Fig. 558. Anatomie von Polycelis pallidus (nach Quatrefages). *o* Mund. *v* Magen. *i* Verästelte Därme. *om* Männliche Geschlechtsöffnung. *p* Ruthe. *ej* Ductus ejaculatorius. *vs* Samenblase, beiderseits die Samenleiter aufnehmend. *t* Hoden. *of* Weibliche Geschlechtsöffnung. *v* Scheide. *bc* Begattungstasche. *od* Eileiter. *ov* Ovarien.

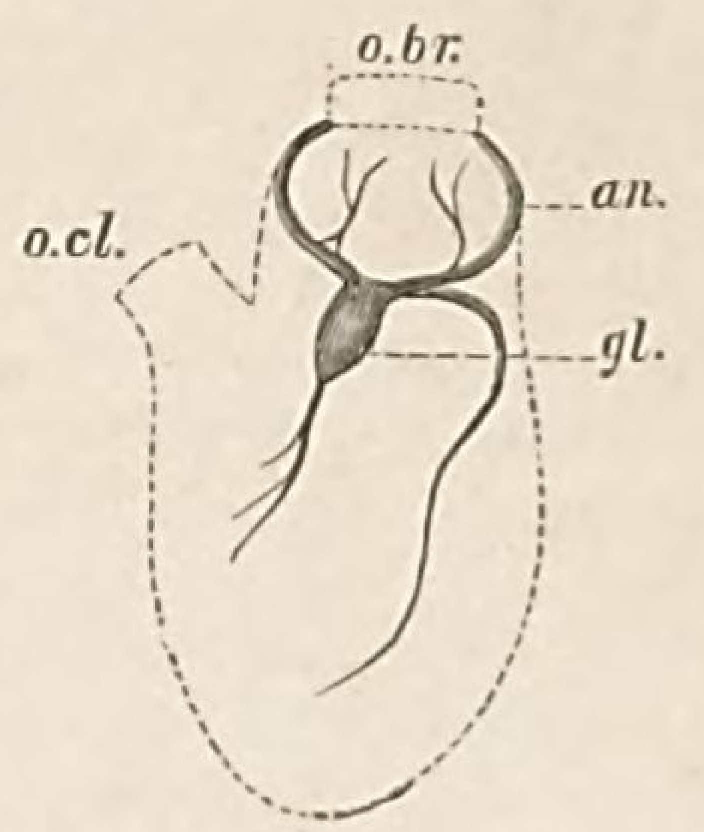


Fig. 559. Schema des Nervensystems von Ascidia. *o.br* Kiemenöffnung. *o.cl* Kloakenöffnung. *gl* Ganglion zwischen beiden. *an* Nervenschlinge (Schlundring), die Kiemenöffnung umgebend.

den Ring — Schlundring — bilden, von welchem ebensowohl, als vom Ganglion selbst, die Körpernerven ausgesendet werden (Fig. 559). Bei höherer Ausbildung tritt zu jenem Ganglion noch ein zweites hinzu, das unter dem Schlunde seine Lage nimmt — unteres Schlundganglion —, das mit dem obern Ganglion durch Commissuren in Verbindung steht, so dass der Schlundring aus zwei Ganglien, einem obern und untern und den seitlichen Commissuren gebildet wird (Fig. 560). Am obern, wie auch am untern Ganglion kann es bei höherer Ausbildung mehr oder weniger noch zu einer Sonderung in zwei laterale Hälften oder Halbkugeln kommen.

Bei Thieren mit strahligem Körperbau richtet sich die Form des Nervensystems

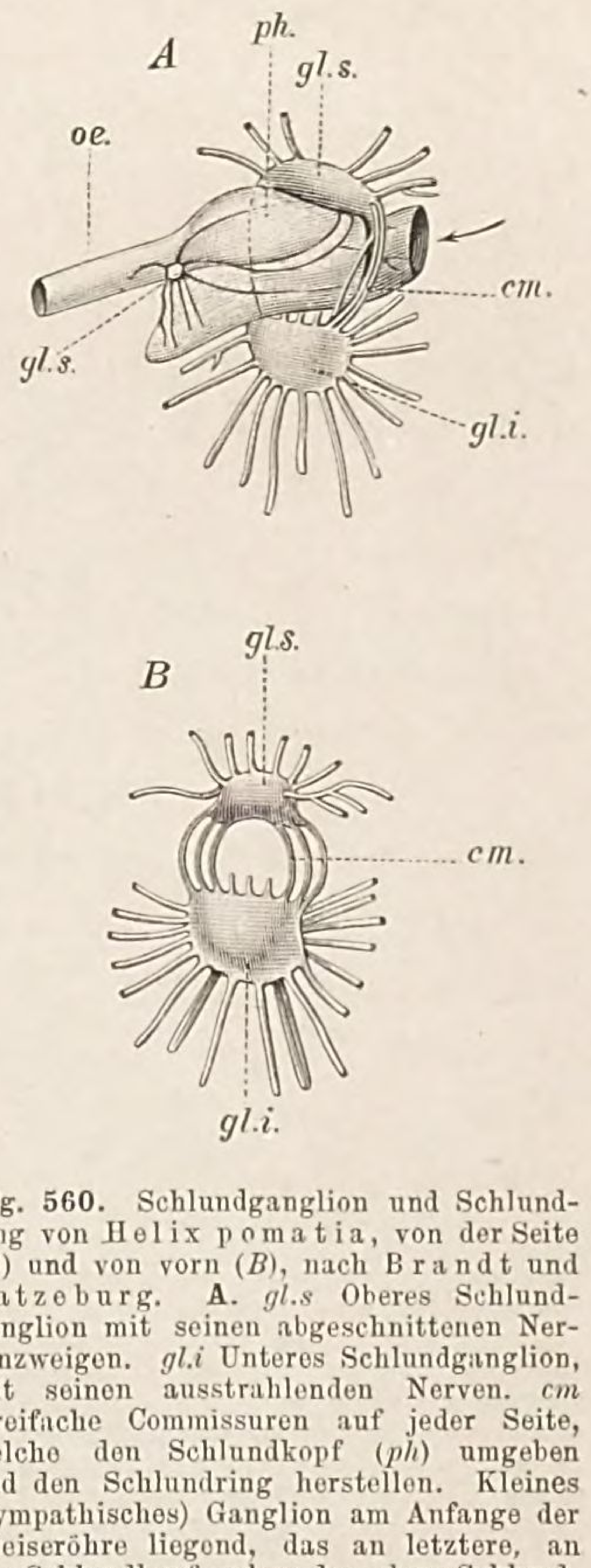


Fig. 560. Schlundganglion und Schlundring von Helix pomatia, von der Seite (*A*) und von vorn (*B*), nach Brandt und Ratzeburg. **A.** *gl.s* Oberes Schlundganglion mit seinen abgeschnittenen Nervenzweigen. *gl.i* Unteres Schlundganglion, mit seinen ausstrahlenden Nerven. *cm* Dreifache Commissuren auf jeder Seite, welche den Schlundkopf (*ph*) umgeben und den Schlundring herstellen. Kleines (sympathisches) Ganglion am Anfange der Speiseröhre liegend, das an letztere, an den Schlundkopf und an das obere Schlundganglion Zweige entsendet. — **B.** Schlundring von vorn dargestellt. Die Bezeichnung dieselbe.

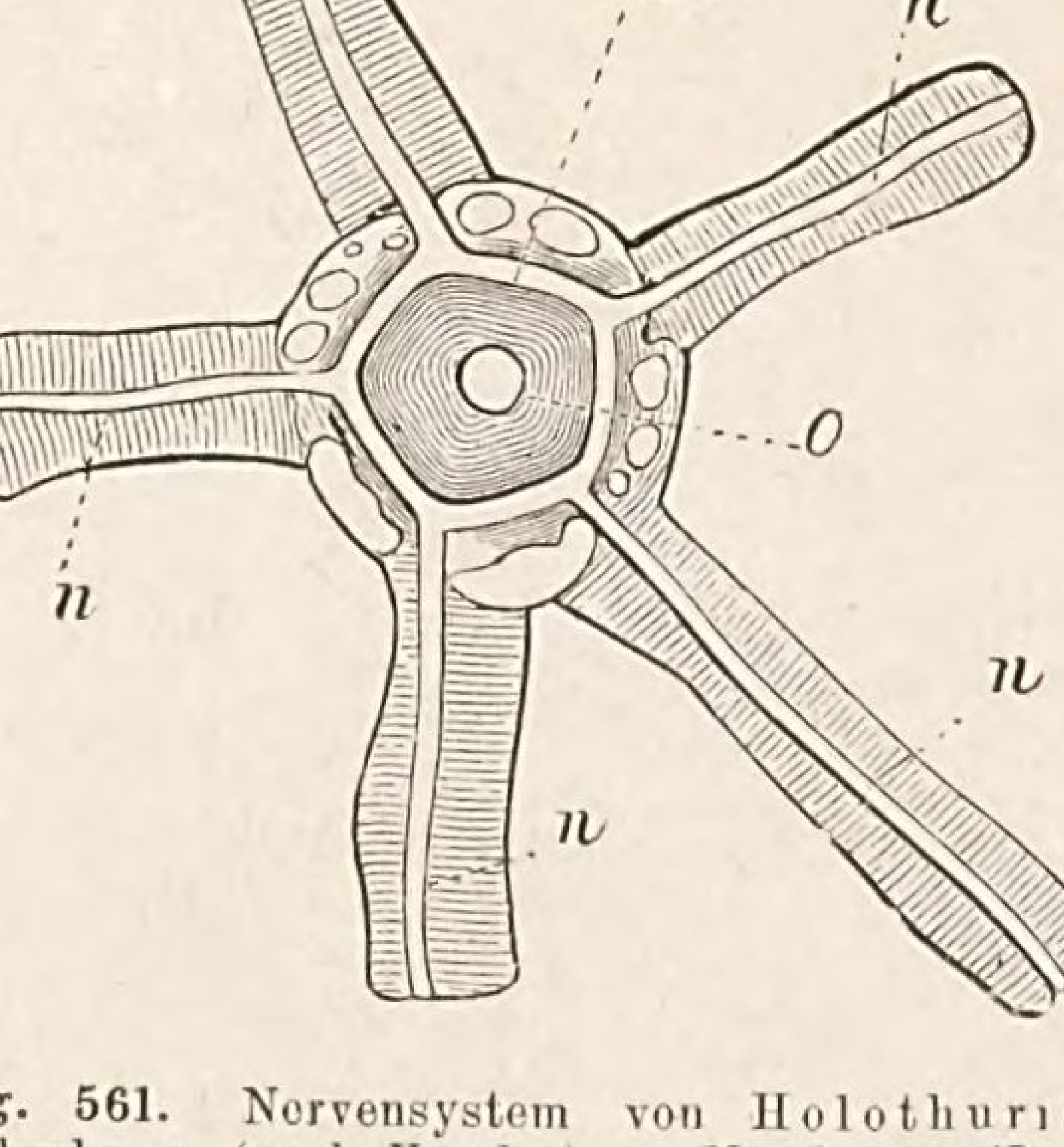


Fig. 561. Nervensystem von Holothuria tubulosa (nach Krohn). *o* Mund. *an* Nervenring (Schlundring). *n* Die 5 davon ausgehenden Nerven.

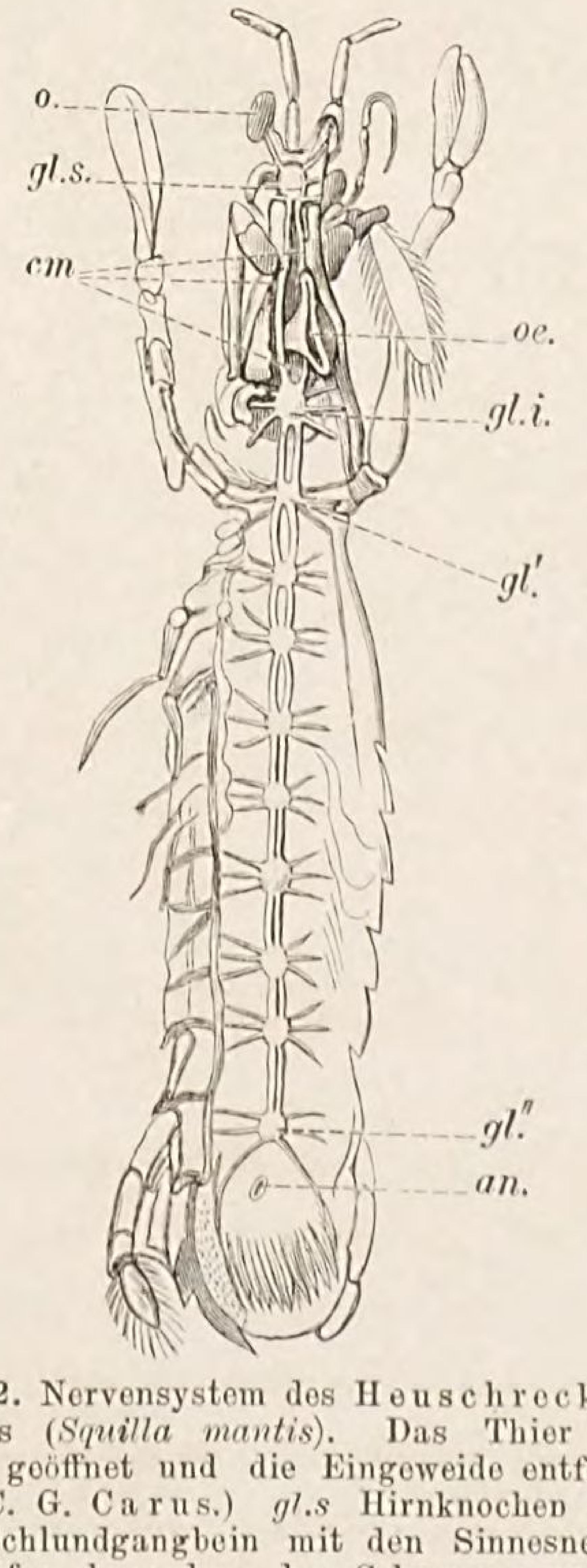


Fig. 562. Nervensystem des Heuschreckenkrebses (*Squilla mantis*). Das Thier vom Rücken geöffnet und die Eingeweide entfernt. (Nach C. G. Carus.) *gl.s* Hirnknochen oder oberes Schlundgangbein mit den Sinnesnerven des Kopfes, besonders den Sehnerven zu den Augen (*o*). *gl.i* Unteres Schlundganglion oder erstes Bauchganglion, mit den, namentlich zu den Kiefern gehenden Nerven. *cm* Die beiderseits des Schlundes (*oe*) liegenden Commissuren, welche den Schlundring herstellen. *gl'* Zweites Bauchganglion, aus welchem vorzüglich die Nerven der Sehnerven abgegeben werden. *gl''* Letztes Ganglion des Bauchmarkes. *an* After (*Anus*).

nach diesem und geht von dem Schlundringe eine der Zahl der Körperradien entsprechende Zahl der Körpernerven aus (Fig. 561).

Bei Thieren von seitlich symmetrischem Körperbau und einer Gliederung des Leibes in hinter einander liegende Segmente schliessen sich an die ventralen unteren Schlundganglien noch weitere ventrale Ganglien an, deren Zahl sich nach der Zahl der Körpersegmente richtet und die unpaar oder paarig sein können und durch Längscommissuren zu einem einfachen oder doppelten Ganglienstrang oder einer Ganglienkette — dem sog. Bauchmark — verknüpft sind (Fig. 562).

Sämmtliche Längscommissuren mit den, durch sie verbundenen Ganglien kann man auch als zwei Nervenstämme mit gangliösen Anschwellungen sich vorstellen, die durch Quercommissuren mit einander in Verbindung stehen. Diese Längsstämme können so nahe beisammen liegen, dass ihre Ganglien zu unpaaren zusammengeflossen zu sein scheinen, oder auch weit aus einander liegen (Fig. 563 u. 564), ja so weit, dass sie dann seitliche Längsnervenstämme darstellen. In letzterem Falle können die Quercommissuren bis auf eine am vordern und eine am hintern Ende wegfallen (Fig. 565).

Die Länge des Bauchmarkes, die Zahl seiner Ganglien und die Entfernung der letzteren von einander richtet sich nach der Länge des Körpers, nach der Zahl und Grösse seiner Glieder. Daher bei Thieren mit langem, vielgliedrigem Leibe das Bauchmark lang ist, seine Ganglien zahlreich sind, während bei kurzem ge-

drungenem Körper die Zahl klein ist. Wo die Körpersegmente schmal sind, stehen die Ganglien nahe beisammen, und wo mehrere verschmolzen

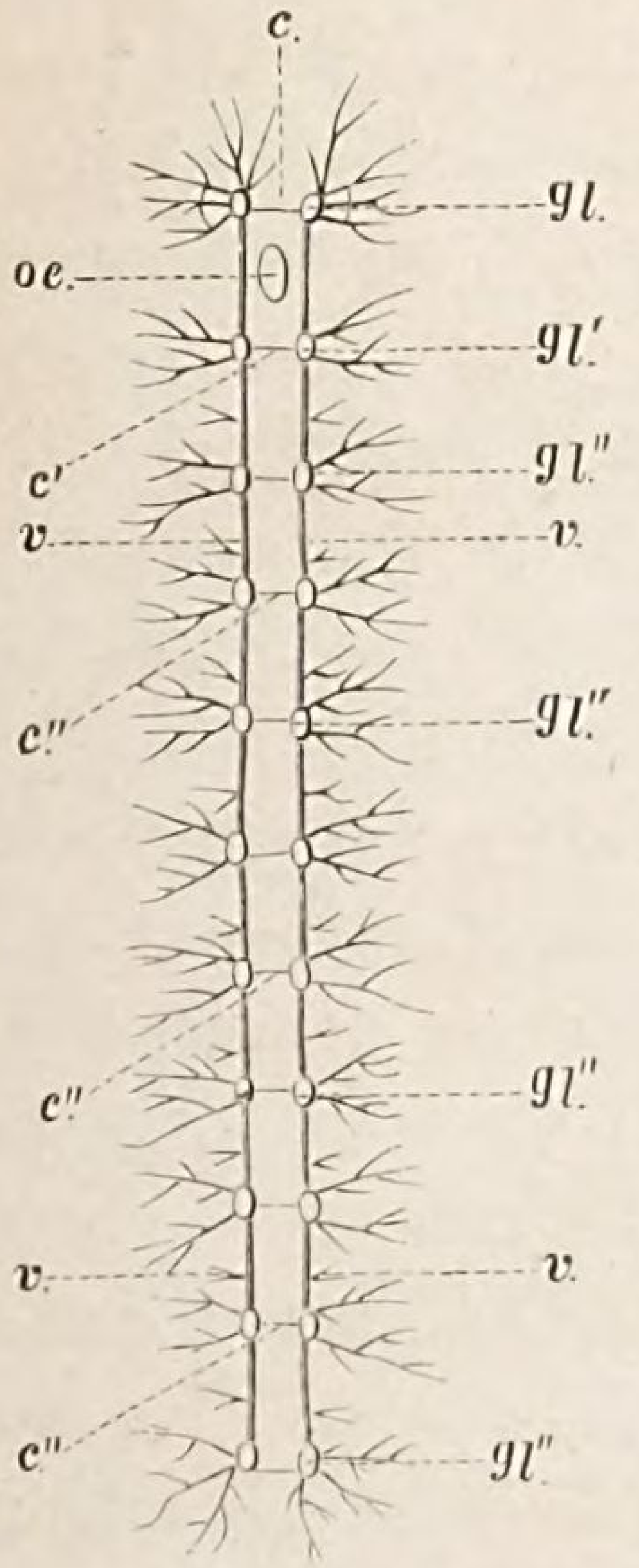


Fig. 563. Nervensystem von Talitrus locusta. *gl* Obere Schlundganglien. *c* Querverbindung derselben. *oe* Speiseröhre (*Oesophagus*). *v* Die beiden ventralen Nervenstämme. *gl'* Die unteren Schlundganglien, das zweite Ganglienpaar der Nervenstämme darstellend. *c'* Querverbindung derselben, welche mit den beiderseits des Oesophagus zu den oberen Schlundganglien gehenden Längscommissuren und mit der oberen Quercommissur den Schlundring herstellt. *gl''* Die übrigen folgenden Ganglien. *c''* Quercommissuren zwischen denselben.

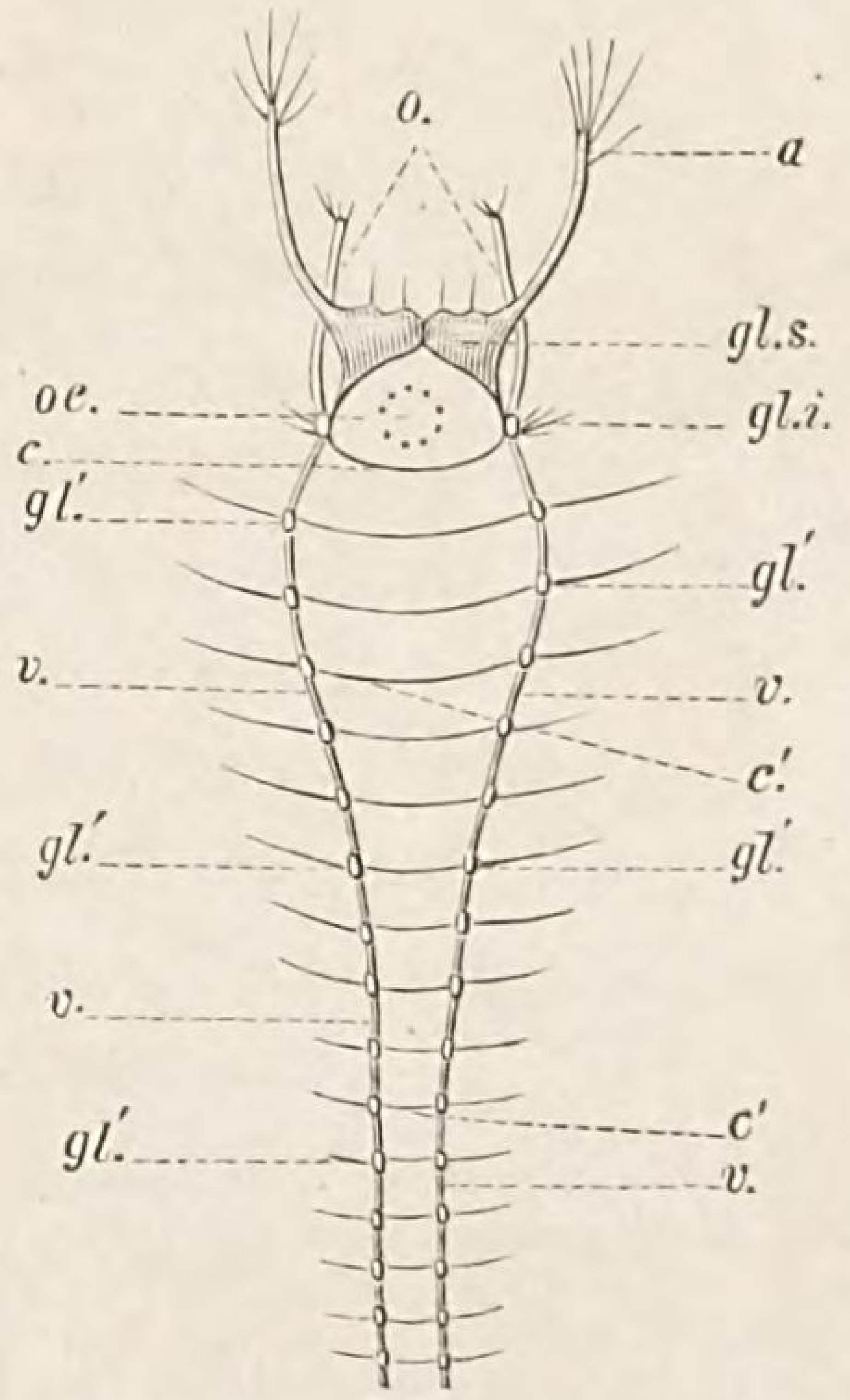


Fig. 564. Nervensystem von Serpula. *gl.s* Obere Schlundganglien, von ansehnlicher Stärke und von beiden Seiten zusammenstossend. *gl.i* Untere Schlundganglien. *c* Quercommissur zwischen denselben. *oe* Oesophagus, von dem Schlundring umfasst. *o* Nerven zu den Mundtheilen. *a* Nerven zu den Antennen. *v* Die beiden ventralen Nervenstämme. *gl'* Deren Ganglien. *c'* Quercommissuren derselben.

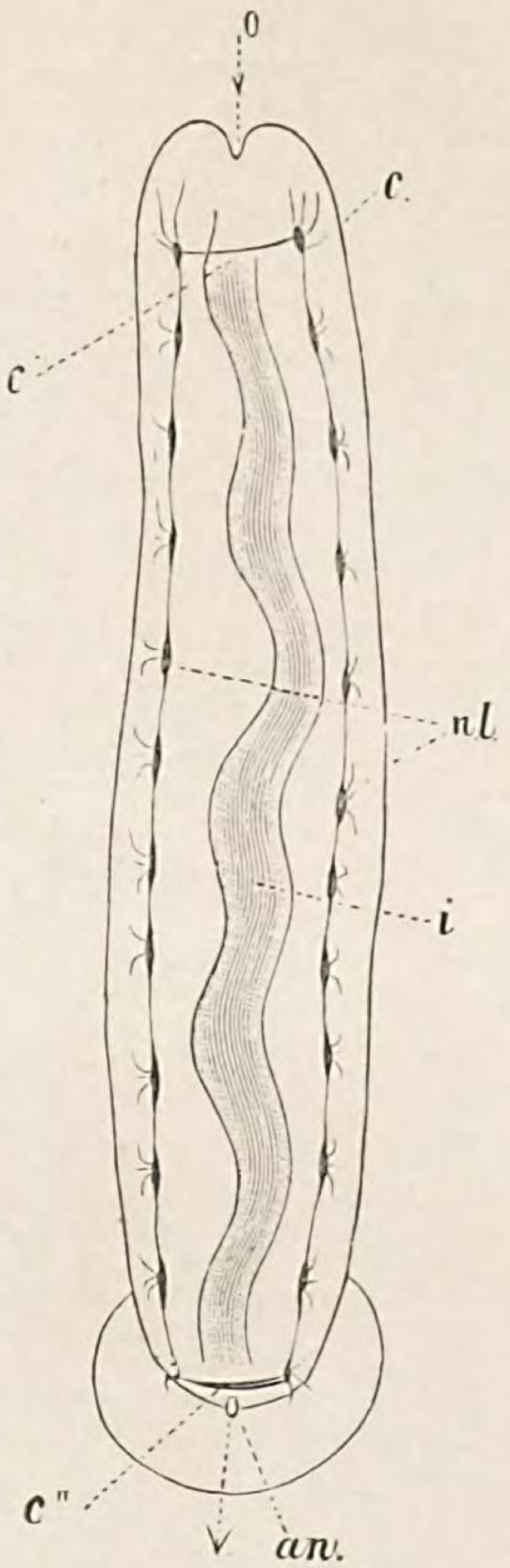


Fig. 565. Nervensystem von Malacobdella (halbschematisch nach Blanchard). *o* Mund. *i* Darm. *an* After. *c* Gehirn oder obere Schlundganglien. *c'* Quere Verbindung derselben. *c''* Quere Verbindung der hintersten Ganglien. *nl* Die lateralen gangliösen Nervenstämme.

sind, fliessen auch die entsprechenden Ganglien zu grösseren einfachen zusammen (Fig. 566). Bisweilen sind alle Bauchganglien nur durch ein gemeinsames vertreten.

Da die äussere Form des Nervensystems der Wirbellosen mehr mit dem Sympathicus-, als mit dem Cerebrospinalsystem Aehnlichkeit hat, so wurde früher die Frage, ob es jenem oder diesem entspreche, oft discutirt. Jetzt ist man, obschon die Faserelemente dieses Nervensystems nicht mit den cerebrospinalen Markfasern der Wirbelthiere, sondern mit den blassrandigen marklosen des Sympathicus morphologisch übereinkommen, — doch allgemein der Ansicht, dass es dem Cerebrospinalsystem der Wirbelthiere, — und zwar die obern Schlundganglien dem Gehirn und das Bauch-

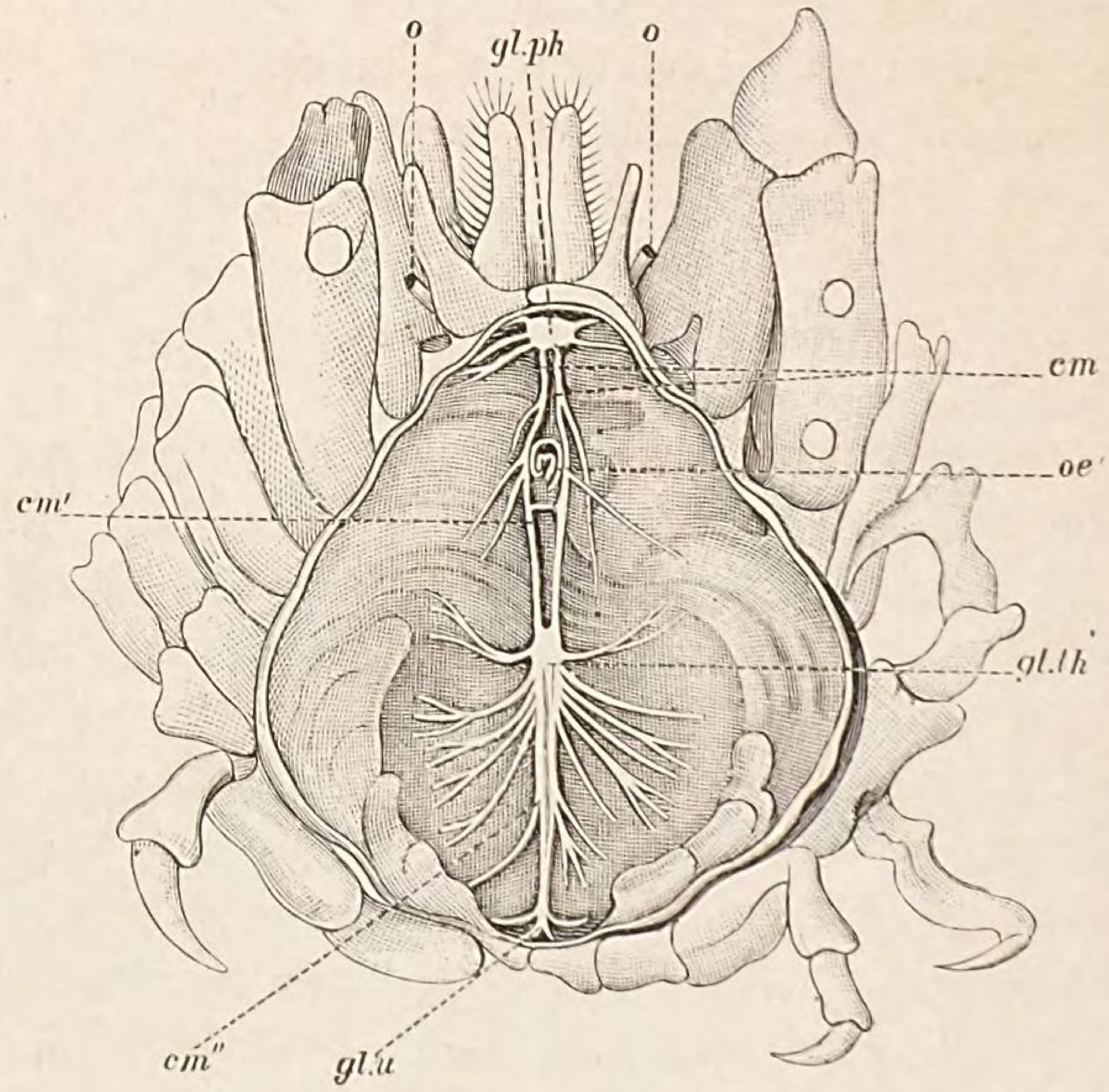


Fig. 566. Eine vom Rücken geöffnete Seekrabbe (*Pisa Tetraodon*), deren Eingeweide weggenommen sind, um das Bauchmark zu zeigen (nach C. G. Carus). *o* Augen. *oe* Abgeschnittener Schlund. *gl.ph* Hirnknoten oder oberes Schlundganglion (*gl. phar. sup.*), welches die Sinnesnerven des Kopfes, besonders die Sehnerven absendet. *cm* Die beiderseits des Schlundes liegenden Commissuren, welche mehrere Eingeweidenerven absenden. *cm'* Quercommissur unter dem Schlunde, wodurch jene mit einander verbunden sind. *gl.th* Grosses Brustganglion (auch unteres Schlundganglion genannt), welches 5 Nervenpaare nach beiden Seiten entsendet, daher als ein, aus 5 einzelnen Ganglien hervorgegangenes angesehen werden kann. *gl.u* Das letzte Bauchganglion. *cm''* Zwei lange Commissuren, wodurch dasselbe mit dem Brustganglion verbunden ist.

mark dem Rückenmark — entspreche. Wie Hirn und Rückenmark, bilden auch die Schlundganglien und das Bauchmark die Centralheerde für die Nerven der Sinnesorgane, der Körpermuskeln und die Bedeckungen. Die von den obern Schlundganglien abgehenden Nerven sind daher den Cerebral-, die des Bauchmarkes den Spinalnerven vergleichbar. Letztere sollen nach Leydig ihren spinalen Charakter selbst noch darin kund geben, dass sie gleich den hintern und vordern Spinalwurzeln, theils am obern (dorsalen), theils am untern (ventralen) Umfang der Ganglien hervortreten. Selbst eine auch functionelle Verschiedenheit dieser Wurzeln, wonach die einen nur sensibel, die anderen motorisch wären, soll durch die Verschiedenheit in feinerm Bau nachweisbar (?) sein.

Die Frage, ob die Wirbellosen ausser diesem Nervensystem auch noch ein besonderes sympathisches Nervensystem besässen, wurde früher in sehr verschiedener Weise, im Allgemeinen aber verneinend beantwortet. Und wenn man erwägt, dass die seelischen Functionen bei den Wirbellosen auf das geringste Maass reducirt erscheinen, die Vermittelung der unbewusst und willenlos, automatisch von Statten gehenden Lebensprocesse vielmehr den Hauptkreis der Thätigkeiten des centralen Nervensystems bildet und dadurch viele Vorgänge durch dieses schon vollzogen werden, die bei Wir-

belthieren dem Sympathicus unterstellt waren, — auch die secretorischen und nutritiven Processe bei den Wirbellosen viel einfacher und minder energisch von Statten gehen, als bei Wirbelthieren, — konnte es auch gerade nicht sonderlich auffallen, wenn man ein eigenes sympathisches Nervensystem bei erstern allgemein zu vermissen glaubte, da dasselbe als gleichsam in das cerebrospinale System aufgegangen oder durch dieses vertreten erscheinen könnte.

Allein ungeachtet dessen, hat man doch bei den höhern Wirbellosen (Würmern, Arthropoden, Mollusken) seit J. Müller und Brandt Nerven kennen gelernt, welche durch ihre Verzweigung in den Eingeweiden und ihre Neigung zur Ganglien- und Geflechtbildung mit dem Sympathicus der Wirbelthiere verwandt sich zeigten und desshalb auch mit demselben verglichen wurden, zumal bei einigen auch histologische Eigenthümlichkeiten die Annahme noch unterstützten, dass man es hier mit einer, dem sympathischen System entsprechenden Einrichtung zu thun habe.

Zuerst lernte man Nerven kennen, die vom Gehirnganglion entspringend, theils paarige, theils unpaare, Ganglien tragende und Geflecht bildende Stämmchen darstellen und am Anfangstheil des Tractus intestinalis bis zum Magen — als sog. Mundmagennerven, auch Schlundnervensystem — sich verästeln (Fig. 560 *A* u. 567). Nebst diesen wurden (durch Krohn) bei den Crustaceen Nerven zum Darmkanal nachgewiesen, welche aus den Bauchganglien des Bauchmarkes abgegeben werden. Ausser diesen Nerven zum Verdauungskanal wurden auch Nerven zu den Tracheen und zur Stigmenmuskulatur der Insecten (*Nervi respiratorii*, Newport) dargelegt, welche von medianen, auf dem Bauchmark, zwischen den Längscommissuren verlaufenden Nerven kommen. Die Zahl dieser Nerven entspricht der Zahl der Abschnitte der Bauchkette. Jeder bezieht seine Wurzel aus einem vorangehenden Bauchganglion, verläuft nach hinten, sendet in das nächste Ganglion einen Zweig ein, theilt sich dann auf der Höhe dieses Bauchganglions gabelig in zwei querlaufende Zweige (*Nervi transversi*), von denen jeder, eine längliche gangliöse Anschwellung bildend, mit den entsprechenden Seitenästen der Bauchganglionkette sich vereinigt und in deren Bahnen verbleibt, bis sie zur Peripherie gelangen (Leydig*).

Der sympathische Charakter dieser verschiedenen, den Eingeweiden zugehörigen Nerven wird indess für die ersteren der oben verzeichneten, zum Darmkanal gehenden Nerven wieder vielfach bezweifelt; dieselben werden vielmehr, zum Theil wenigstens, als den Hirnnerven, z. B. dem Vagus der Wirbelthiere entsprechende angesehen. Nur die Newport'schen Nervi respiratorii werden für den eigentlichen Sympathicus gehalten (Blanchard,

*) Leydig, V. Bau d. th. K. Bd. I, S. 203 u. Taf. z. vgl. A. Taf. VI, Fig. 3.

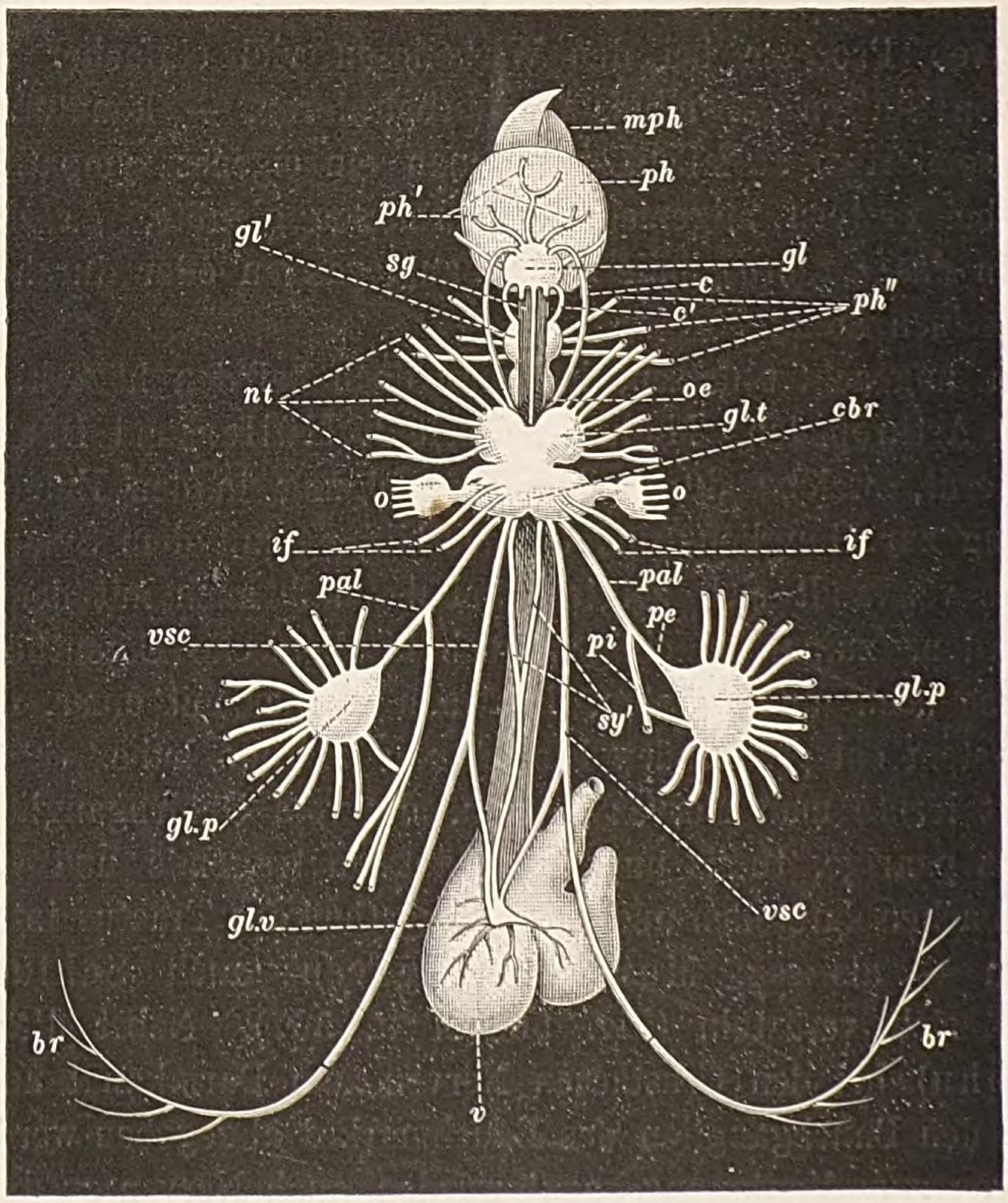


Fig. 567. Nervensystem der Cephalopoden (halbschematisch, zum Theil nach Brandt u. Ratzeburg. *ph* Schlundkopf (*Pharynx*). *mph* Schlundkiefer. *oe* Oesophagus. *v* Magen (*Ventriculus*). *cbr* Unterer Theil des sog. Hirns oder unteres Schlundganglion, von unten dargestellt (das obere Schlundganglion oder der obere Theil des Hirnknotens ist mit dem untern zu einer, den Schlund ringförmig umgebenden Masse, dem Hirn der Auctoren, verwachsen, welche jedoch dem Schlundringe der andern Wirbellosen entspricht). *gl.t* Zwei vordere gangliöse Abtheilungen des Hirns, woraus die Nerven (*nt*) für die Fangarme strahlig hervorgehen. *o* Sehnerven (*N. opt.*), hinter diesen platten Ganglien, seitlich vom Hirn abgehend. *if* Zwei Nerven, die an dem Trichter sich vertheilen. *pal* Mantelnerv, welcher in zwei Aeste, einen äusseren (*pe*) und inneren (*pi*), sich theilt, von denen der erstere in das Mantelganglion (*gl.p; Ganglion stellatum*) übergeht, während der andere ohne Ganglienbildung bleibt und in die Flosse sich vertheilt. *vsc* Ein Nerv, welcher nach innen und hinten von dem vorigen vom Hirn abgeht und rückwärts laufend, an den Mastdarm, den Tintenbeutel, an die Kiemen (*br*) und andern Organe sich verzweigt, daher Kiemennerv (*N. branchialis*) genannt, auch zum Magenganglion ein Aestchen sendet. *gl, gl'* Zwei, vor dem Hirn, unter (*gl*) und über (*gl'*) dem Oesophagus gelegene Ganglien, welche in Verbindung mit einem am Magen liegenden Nervenknoten (*gl.v*) ein besonderes Eingeweidenervensystem zusammensetzen. *gl* Unteres Speiseröhreganglion, welches rückwärts, theils durch zwei lange Fäden (*c*) mit dem Hirn (*gl.t*), theils durch zwei kurze Nerven (*c'*) mit dem obern Speiserohrknoten (*gl'*) so in Verbindung steht, dass zwischen beiden der Oesophagus durchgeht. *ph'* Vordere Zweige des untern Ganglions an der untern Seite des Schlundkopfes und untern Mundtheils. Aus seinem hintern Rande gehen mehrere Zweige für den Oesophagus hervor, wovon der mittlere (*sg*) der stärkste ist, mit der Speiseröhre rückwärts läuft, dabei in zwei Aeste (*sy'*) sich theilt, die mit der Speiseröhre nach dem Magen ziehen, hier wieder zu einem Stämmchen sich vereinigen und schliesslich in ein Ganglion — Magenganglion (*gl.v*) —, das seine Zweige an die beiden Magen und Leber sendet, endigen. *gl'* Oberes Speiseröhrganglion, das mit dem untern Ganglion (*gl*) durch einen Faden jederseits des Oesophagus (*c''*) verbunden ist und vorzüglich Zweige (*ph''*) an die obere Seite des Schlundkopfes und an die obern Weichtheile der Mundgegend entsendet.

Leydig u. A.). Am meisten dem Sympathicus der Wirbelthiere vergleichbar ist wohl der, neben dem Bauchmark laufende unpaare Magen-Darmnerv der Hirudineen, der nach beiden Seiten zu den Magensäcken bis zum Ende des Nahrungsschlauches ganglienreiche Verästelungen entsendet (vergl. Leydig, a. a. O., S. 148 u. dess. Taf. I, Fig. 4; Taf. II, Fig. 5).

1. Nervensystem der Arthropoden.

Wo die Gliederung des Arthropodenkörpers in hinter einander liegende Segmente eine noch sehr gleichartige ist, pflegt auch das Nervensystem eine solche Gleichförmigkeit zu besitzen. So ist dies namentlich bei den Myriapoden der Fall, deren Bauchmark aus Ganglien besteht, welche gleich gross und gleich weit von einander entfernt sind und deren Zahl stets auch der Zahl der Leibessegmente entspricht, so dass jedes Ganglion gleichsam das Centralorgan für die Nerven eines solchen darstellt.

Auch bei den Larven der Insekten findet man noch dieselbe Gleichartigkeit, da in diesem Entwicklungsstadium die Glieder des Körpers noch gleichförmig und gleichwerthig sind. Das Bauchmark stellt noch einen Ganglionstrang dar, der den Körper in seiner ganzen Länge vom Vorder- bis zum Hinterende so durchläuft, dass in jedes Körpersegment je ein Ganglion, in das letzte Segment auch das hinterste Ganglion zu liegen kommt.

Bei der Umwandlung in das vollkommene Insekt — wobei einzelne Körpersegmente für grössere Leistung stärker sich ausbilden, andere zur Herstellung grösserer einheitlicher Körperabschnitte ihre Selbstständigkeit, in Folge von Verwachsung untereinander, verlieren, — vollziehen sich indess auch am Ganglienstrang analoge Veränderungen. Das Gehirnganglion ist, bei der ansehnlichen Ausbildung der Sinnesorgane (Augen, Fühler), gross und meistens in zwei Halbkugeln äusserlich getrennt. Das untere Schlundganglion bildet das erste Ganglion des Bauchmarkes, ist durch zwei, den Schlund zwischen sich nehmende Längscommissuren mit dem obern verbunden. Die im Thorax liegenden sog. Brustganglien, 2—3 an der Zahl, versorgen die Thoracalanhänge, Füsse und Flügel, sind daher durch grössere Stärke ausgezeichnet, während die nachfolgenden Abdominalganglien wieder eine geringere Grösse zeigen (Fig. 568). Allgemein wird hier die ursprüngliche Duplicität der Gang-

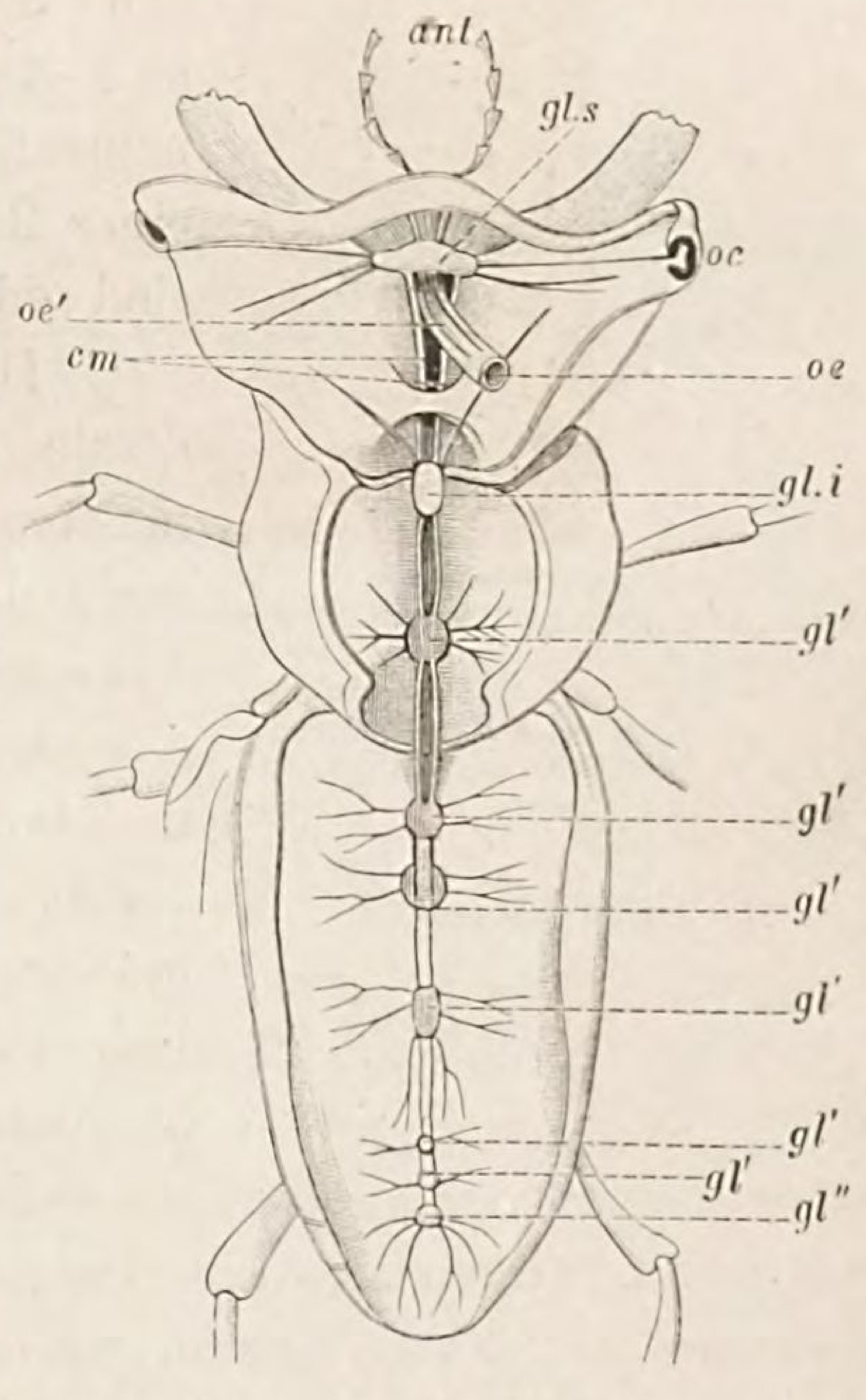


Fig. 568. Nervensystem des Hirschkäfers (*Lucanus Cervus*). Das Thier ist von oben geöffnet und die Eingeweide entfernt (nach C. G. Carus). *ant* Fühler. *oc* Augen. *oe* abgeschnittener Schlund. *gl.s* Hirnknochen oder ob. Schlundganglion, das zu den Acetremen, Augen und andern Theilen des Kopfes Zweige sendet. *oe'* Zweige zur Speiseröhre. *gl.i* Unteres Schlundganglion oder erstes Ganglion der Bauchkette. *cm* Die beiden Commissuren, welche mit den Schlundganglien den Schlundring bilden. *gl'* Die übrigen Ganglien der Bauchkette, jeweils durch doppelte Commissuren verbunden. *gl''* Letztes oder Endganglion derselben.

lien, wenigstens äusserlich vermisst; dagegen ist sie bei den Längscommissuren erhalten.

Bei den Crustaceen, in dieser formenreichen Abtheilung der Arthropoden, zeigt sich eine grosse Mannigfaltigkeit der Gestalt, in welche das Nervensystem sich kleidet. Von dem Auftreten zweier gesonderter, ganglιöser Parallelstränge, die aber durch Quercommissuren mit einander verbunden sind (Fig. 569), deren Ganglien klein und gleichartig sind, bis zur Verschmelzung der Doppelganglien zu einfachen, unpaaren und bis zur Concrescenz aller Ganglien zu zwei den Schlund umlagernden Hauptganglien (Fig. 570), finden sich die verschiedensten Uebergänge.

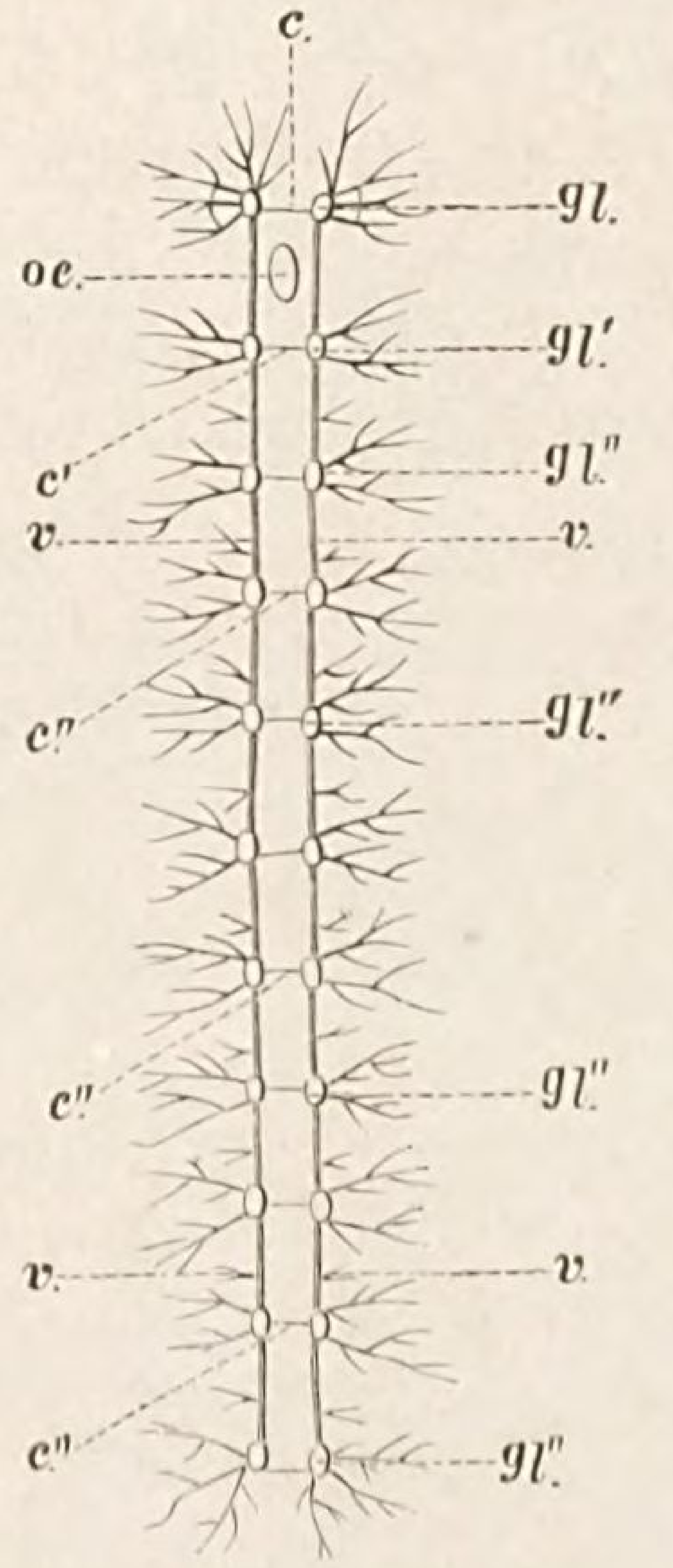


Fig. 569. Nervensystem von Talitrus locusta. *gl* Obere Schlundganglien. *c* Querverbindung derselben. *oe* Speiseröhre (*Oesophagus*). *v* Die beiden ventralen Nervenstämme. *gl'* Die unteren Schlundganglien, das zweite Ganglienpaar der Nervenstämme darstellend. *c'* Querverbindung derselben, welche mit den beiderseits des Oesophagus zu den oberen Schlundganglien gehenden Längscommissuren und mit der oberen Quercommissur den Schlundring herstellt. *gl''* Die übrigen folgenden Ganglien. *c''* Quercommissuren zwischen denselben.

Das Gehirnganglion zeigt in Folge der verschiedenen Entwicklung der am Kopfe sitzenden Sinnesorgane, besonders des Sehorganes, eine verschiedene Ausbildung. Sie sind stark, namentlich wo die Augen gross sind, fallen aber einer Rückbildung anheim, wo diese verkümmert sind oder ganz fehlen (Copepoden, Cirripeden).

Das untere Schlundganglion oder vorderste Bauchganglion steht mit dem Gehirn meistens durch lange Commissuren (Fig. 571), wenn der Mund weit nach hinten verlegt ist, in Verbindung. Bei andern können diese dagegen eine solche Verkürzung erfahren, dass Gehirn und unteres Schlundganglion eine zusammenhängende, vom Schlund durchbohrte Ganglienmasse darstellt, — eine Anordnung, welche den Uebergang zu derjenigen bei den Arachniden vorbereitet.

Den Körpersegmenten am meisten entsprechend, zeigen sich die Ganglien des Bauchmarkes bei den niedrigen Formen der Crustaceen, wo das letztere aus einer jenen entsprechenden Zahl von Doppelganglien und deren Längscommissuren oder aus zwei aus einander liegenden, und nur durch Quercommissuren verbundenen doppelten Gangliensträngen dargestellt wird (Fig. 568). Allein bei höheren Formen (Stomatopoden, Decapoden), wo vordere Körpersegmente zu einem Cephalothorax verschmelzen, fliessen auch die entsprechenden Ganglien zu grösseren zusammen (Fig. 571), auf welche die übrigen bis zum Schwanzende als eine Reihe gleichförmiger kleiner Ganglien folgen, deren Zahl der der Glieder

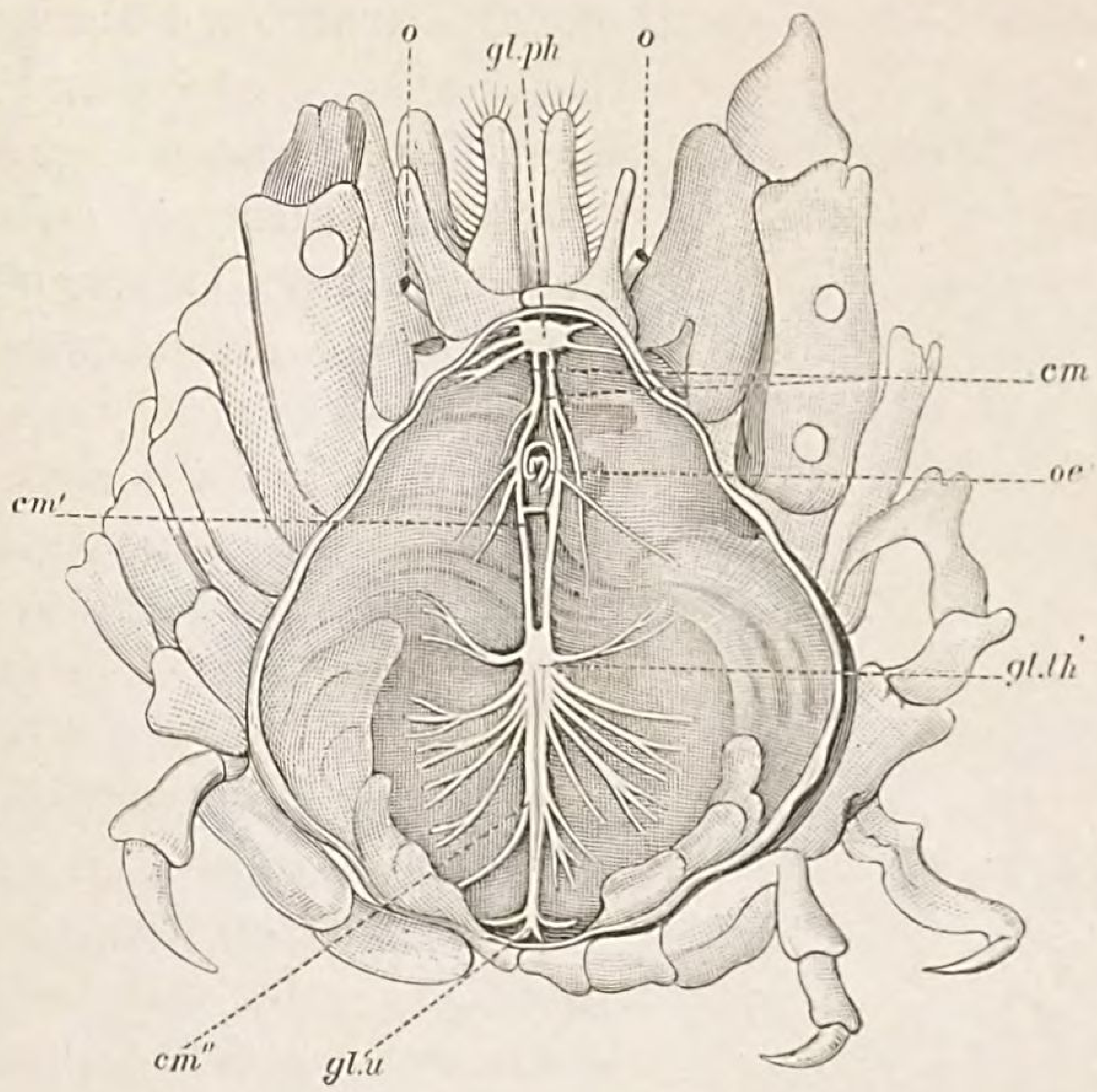


Fig. 570. Eine vom Rücken geöffnete Seekrabbe (*Pisa Tetraodon*), deren Eingeweide weggenommen sind, um das Bauchmark zu zeigen (nach C. G. Carus). *o* Augen. *oe* Abgeschnittener Schlund. *gl.ph* Hirnknoten oder oberes Schlundganglion (*gl. phar. sup.*), welches die Sinnesnerven des Kopfes, besonders die Sehnerven absendet. *cm* Die beiderseits des Schlundes liegenden Commissuren, welche mehrere Eingeweidenerven absenden. *cm* Quercommissur unter dem Schlunde, wodurch jene mit einander verbunden sind. *gl.th* Grosses Brustganglion (auch unteres Schlundganglion genannt), welches 5 Nervenpaare nach beiden Seiten entsendet, daher als ein, aus 5 einzelnen Ganglien hervorgegangenes angesehen werden kann. *gl.u* Das letzte Bauchganglion. *cm''* Zwei lange Commissuren, wodurch dasselbe mit dem Brustganglion verbunden ist.

des Abdomens entspricht. Bei den kurzschwänzigen Krebsen, den Krabben endlich, die — statt von einer langgestreckten Körperform von kurzer gedrungener Gestalt sind, können selbst alle Bauchganglien (bisweilen das hinterste ausgenommen) zu einem gemeinsamen grossen Ganglion zusammenfliessen (Fig. 570).

Bei den Arachniden endlich geht diese Verschmelzung der Ganglien des Bauchmarkes zum Theil noch weiter. Bei den Scorpioniden betrifft es zwar nur die Ganglien im vordern Theil des Körpers, während die des hintern Theils von dieser Verschmelzung frei blieben. Aber bei den Araneen erreicht die Concrescenz der Ganglien den höchsten Grad. Das Nervensystem besteht bei diesen nur aus zwei dicht hinter einander im Cephalothorax gelegenen gangliösen Anschwellungen. Das obere dieser beiden Ganglien, das Hirnganglion, ist kleiner, vorn zweigelappt und entsendet nach vorn die Nerven für die Augen und Kiefer. Das untere Schlundganglion, in das die Bauchganglien gleichsam aufgegangen sind, steht mit dem Hirnganglion durch so kurze Commissuren in Verbindung, dass beide gleichsam eine gemeinsame, nur vom Oesophagus durchbohrte Ganglienmasse darstellen. Dieser untere Knoten ist der Ausgangspunkt aller übrigen Körpernerven. Seitlich entsendet er die vier starken Nerven für

die Gliedmasse und Muskulatur des Cephalothorax; nach hinten kommen daraus zwei dickere Stämme hervor, die in das Abdomen eindringen, und hier, strahlig auseinander gehend, an die Baucheingeweide, ohne weitere Ganglienbildung, sich vertheilen.

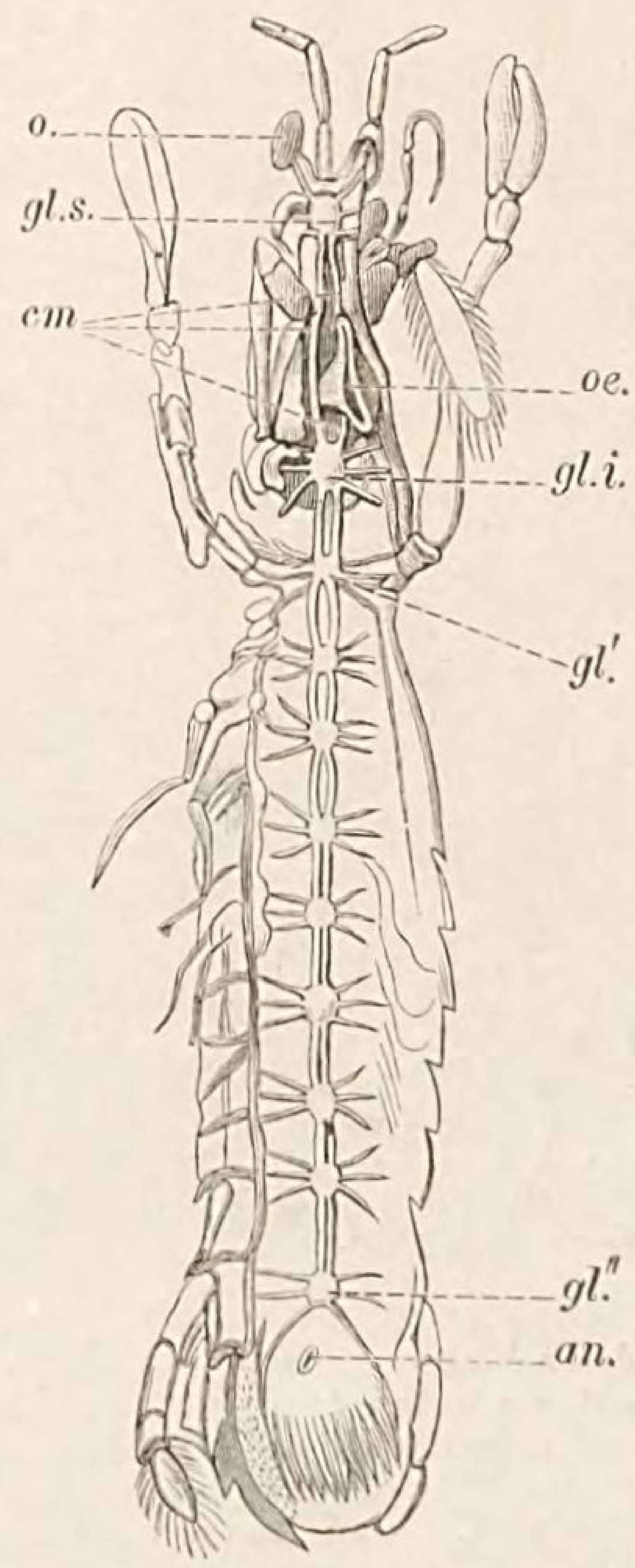


Fig. 571. Nervensystem des Heuschreckenkrebses (*Squilla mantis*). Das Thier vom Rücken geöffnet und die Eingeweide entfernt. (Nach C. G. Carus.) *gl.s* Hirnknochen oder oberes Schlundganglion mit den Sinnesnerven des Kopfes, besonders den Sehnerven zu den Augen (*o*). *gl.i* Unteres Schlundganglion oder erstes Bauchganglion, mit den, namentlich zu den Kiefern gehenden Nerven. *cm* Die beiderseits des Schlundes (*oe*) liegenden Commissuren, welche den Schlundring herstellen. *gl'* Zweites Bauchganglion, aus welchem vorzüglich die Nerven der Sehnerven abgegeben werden. *gl''* Letztes Ganglion des Bauchmarkes. *an* After (*Anus*).

2. Nervensystem der Würmer.

Auch hier ergibt sich wieder die Abhängigkeit der Anordnung und Ausbildung des Nervensystems von Form und Bau des Körpers und seiner einzelnen Organe. Wo der Körper ungegliedert ist, besteht das Nervensystem aus einem einfachen Centrum (den Hirnganglien), das sämmtliche Körpernerven entsendet; wo dagegen derselbe gegliedert erscheint, tritt, dieser Gliederung entsprechend, auch eine Mehrheit von Centren auf, die zu Längssträngen vereinigt sind, welche, wie bei den Arthropoden, an der ventralen Seite des Leibes, unter dem Darmkanale, ihre Lage nehmen. Immer liegt aber das Hauptcentralorgan, das Hirn, im vordern Körpertheil und vor oder über dem Eingang zur Verdauungshöhle.

Bei den niedern Formen der Würmer (Plattwürmern, Räderthieren u. a.) besteht das Nervensystem aus zwei, durch eine Quercommissur vereinigten, im vordern Theil des Körpers liegenden Ganglienmassen (Fig. 572), von denen Nerven nach verschiedener Richtung, vorzüglich aber zwei Längsnervenstämme nach hinten abgehen, welche in ihrem Verlaufe meistens dem Seitenrand des Körpers folgen. Als Ausdruck einer höheren Entwicklungsstufe erscheint es, wenn von dem Hirnganglion nach beiden Seiten um den Schlund herum Nerven abgehen, welche unter letzterm zu einem Schlundring sich vereinigen. Bei manchen rücken die Längsstämme mehr an die ventrale Körperseite und kommen dadurch näher an einander zu liegen. Treten in ihnen auch noch gangliöse Anschwellungen auf, so bereitet sich darin die Bildung einer

Bauchganglienkette vor, wie sie die höheren Würmer, namentlich die Annulaten so sehr entwickelt zeigen, die durch das Verhalten ihres Nervensystems unmittelbar an die Arthropoden sich anschliessen.

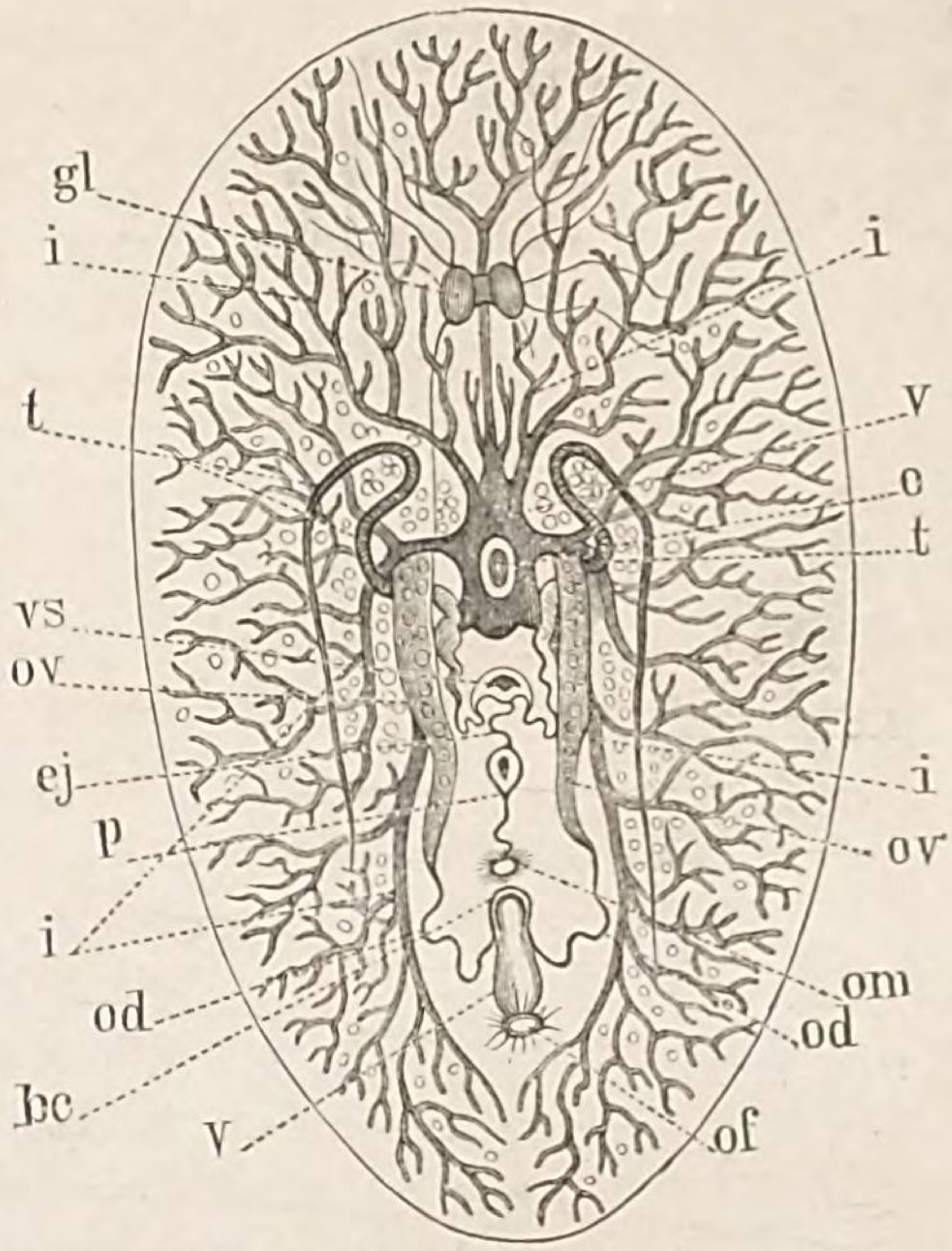


Fig. 572. Anatomie von Polycelis pallidus (nach Quatrefages). *o* Mund. *v* Magen. *i* Verästelte Därme. *om* Männliche Geschlechtsöffnung. *p* Ruthe. *ej* Ductus ejaculatorius. *vs* Samenblase, beiderseits die Samenleiter aufnehmend. *t* Hoden. *of* Weibliche Geschlechtsöffnung. *v* Scheide. *bc* Begattungstasche. *od* Eileiter. *ov* Ovarien.

Wie bei diesen, so besteht auch bei den Ringelwürmern das Centralorgan des Nervensystems aus dem über dem Schlunde liegenden Hirnganglion und aus einem an der untern Körperseite, unter dem Darm, liegenden Bauchganglienstrang oder dem sog. Bauchmark. Die Hirnganglien zeigen auch hier eine verschiedengradige Ausbildung, je nach der Entwicklung der Kopfanhänge, besonders der Sinnesorgane. Die unteren Schlundganglien, welche durch Längscommissuren mit dem Hirnganglion einen Schlundring bilden, stellen das vorderste Bauchganglion dar, von welchem namentlich die Nerven zu den Mundorganen geliefert werden (Fig. 573). Die Duplicität der Bauchganglien ist auch meistens, wie bei den Arthropoden, untergegangen, indem ursprünglich paarige nun zu unpaarigen Ganglien, an denen höchstens nur innerlich die Sonderung noch erkennbar ist, zusammengeflossen sind, was sich auch auf die sog. Längscommissuren ausdehnt. Nur bei manchen Anneliden liegt die Zusammensetzung des Bauchmarkes aus zwei gangliösen Längsstämmen noch offen zu Tage; ja diese können selbst noch mehr oder weniger von einander entfernt stehen, mehr seitlich liegen, aber doch durch Quercommissuren mit einander in Verbindung stehen (Fig. 574). Nur unter den Hirudineen kommt bei Malacobdella der Fall vor, dass die beiden Längsnervenstämme ganz in den Seiten des Körpers liegen und desshalb die Quercommissuren bis auf eine vordere und hintere untergingen (Fig. 575).

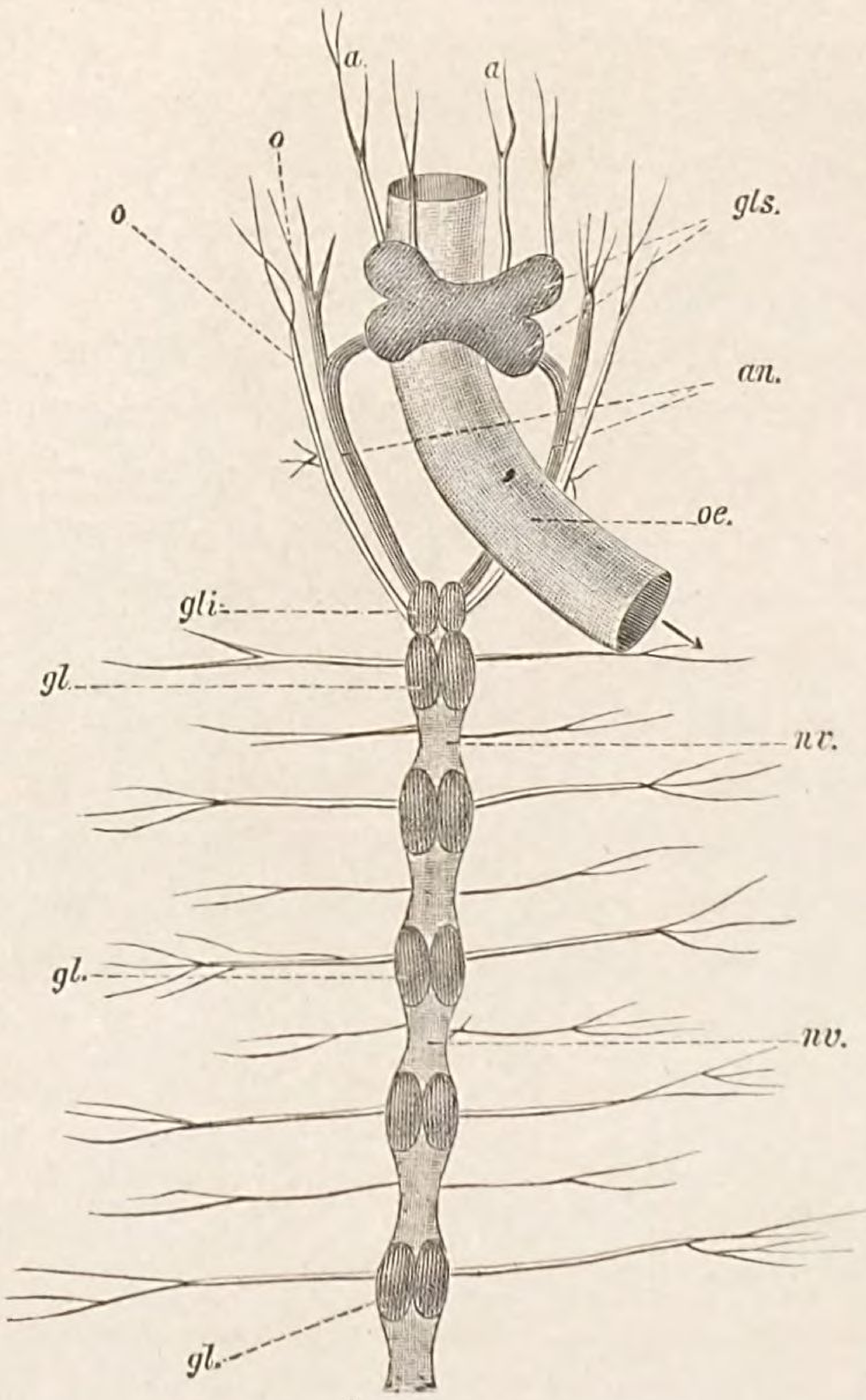


Fig. 573. Nervensystem von Nereïs. *gl.s* Oberes Schlundganglion oder Hirnknoten. mit dem anderseitigen verschmolzen. *a* Nerven zu den Antennen. *gl.i* Unteres Schlundganglion, ganz dicht neben dem anderseitigen liegend. *an* Schlundring. *oe* Speiseröhre, durch denselben tretend. *o* Nerven zu den Mundtheilen. *nv* Bauchstrang. *gl* Ganglion desselben, unpaarig, aber aus der Verschmelzung von paarigen Ganglien hervorgehend.

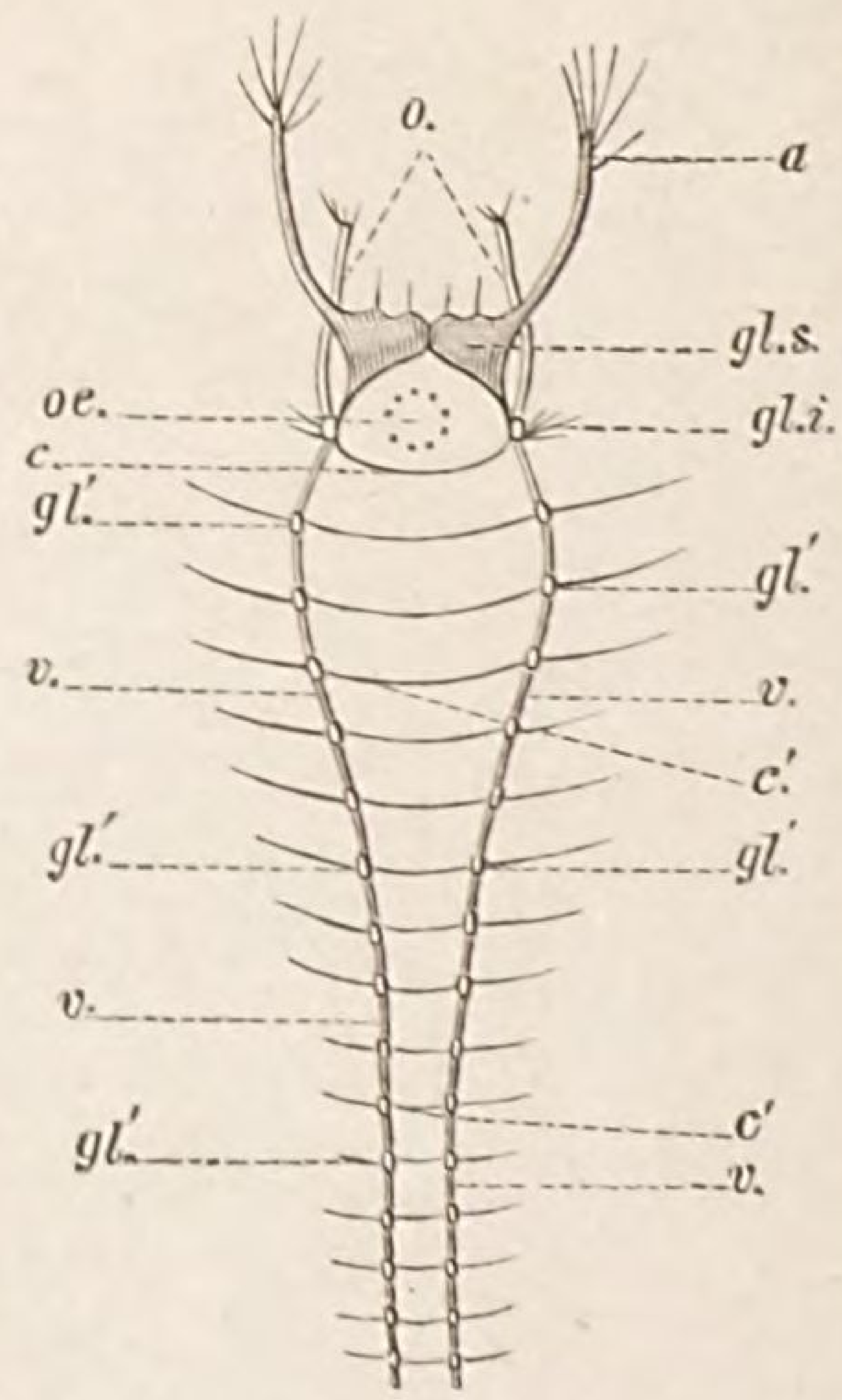


Fig. 574. Nervensystem von Serpula. *gl.s* Obere Schlundganglien, von ansehnlicher Stärke und von beiden Seiten zusammenstossend. *gl.i* Untere Schlundganglien. *c* Quercommissur zwischen denselben. *oe* Oesophagus, von dem Schlundring umfasst. *o* Nerven zu den Mundtheilen. *a* Nerven zu den Antennen. *v* Die beiden ventralen Nervenstämme. *gl'* Deren Ganglien. *c'* Quercommissuren derselben.

3. Nervensystem der Mollusken.

Wie überhaupt die Körperformen und der Körperbau die Form und Anordnung des Nervensystems beeinflussen, so findet man dies auch wieder bei den Mollusken. Da ihr Leib ungegliedert ist, fehlt bei ihnen auch jene gegliederte Form des Nervensystems, welche die Arthropoden und Anneliden in so entwickeltem Grade besitzen. Bei der meistens kurzen, gedrungenen Körpergestalt ist auch das Nervensystem mehr concentrirt und beschränkt sich auf einen Schlundring mit bald nur einem und zwar obern Schlundganglion, oder mit zwei, einem obern und untern Schlundganglion. Von diesem Schlundring und seinen Ganglien werden die Körpernerven abgegeben.

Bei den Cephalopoden finden sich doppelte Schlundganglien, die

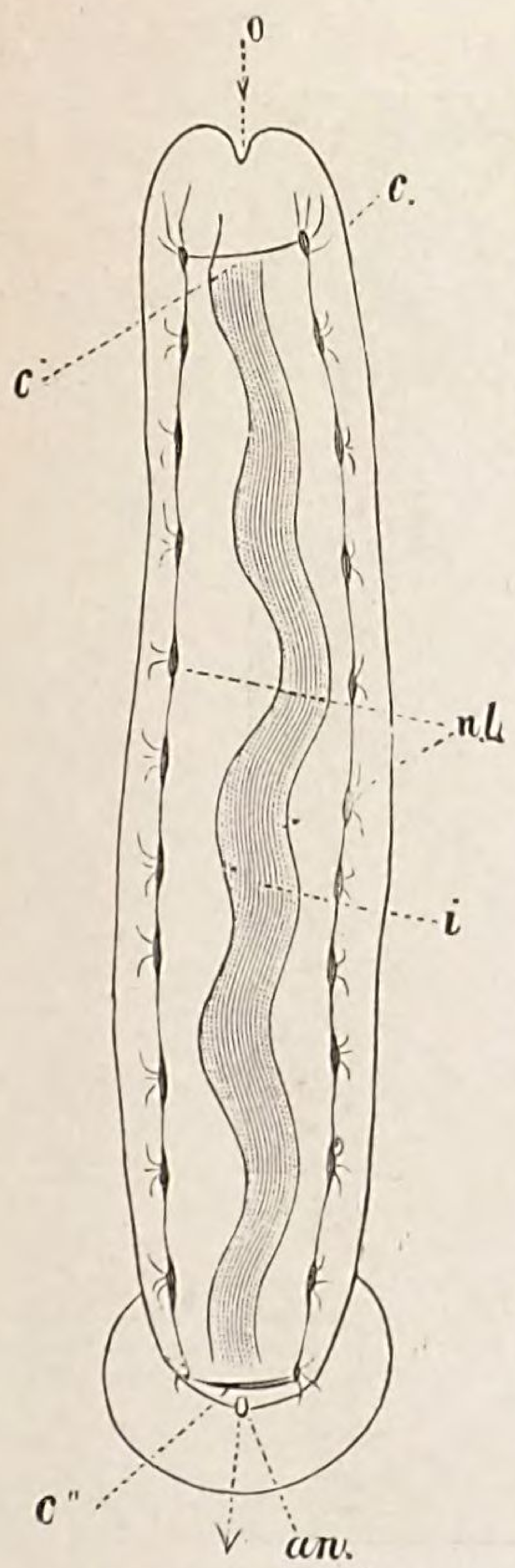


Fig. 575. Nervensystem von Malacobdella (halbschematisch nach Blanchard). *o* Mund. *i* Darm. *an* After. *c* Gehirn oder obere Schlundganglien. *c'* Quere Verbindung derselben. *c''* Quere Verbindung der hintersten Ganglien. *nl* Die lateralen gangliösen Nervenstämme.

so massig entwickelt sind, dass man sie dem Hirn der Wirbelthiere um so mehr vergleichen zu dürfen glaubt, als sie auch, wie dieses, in eine knorpelige Schädelkapsel (Kopfknorpel) eingebettet sind. Das obere Schlundganglion ist — was bemerkenswerth ist und wodurch die Cephalopoden von den andern sich unterscheiden — schwächer als das untere. Die beiden Ganglien werden durch so kurze Commissuren mit einander verknüpft, dass sie seitlich unmittelbar zusammenstossen und der Schlundring so eng ist, dass er nur den durchgehenden Oesophagus aufzunehmen vermag.

Die obere Schlundganglienmasse, — das eigentliche Hirn — hat bald eine mehr rundliche oder einem querliegenden doppelten Ganglion gleichende Gestalt oder erscheint in drei Abtheilungen geschieden. Die untere Ganglienmasse dagegen wird meistens von zwei vor einander liegenden, aber mit einander verwachsenen, ansehnlichen Knotenpaaren gebildet (Fig. 576), die zugleich seitlich mit den obern Ganglien so innig verbunden sind, dass sie zusammen eine gemeinsame Ganglienmasse um den Oesophagus darstellen, an welcher eine Grenze zwischen dem obern und untern Ganglion kaum gezogen werden kann.

Aus dieser Schlundganglienmasse, namentlich der untern Partie, entspringen die Nerven für die Arme, für das Seh- und Gehörorgan, für die Muskeln des Trichters und für den übrigen Körper, und die namentlich zum Mantel, auch zum Mastdarm, Tintenbeutel, an die Kiemen und andere Organe sich vertheilen. Die zum Mantel gehenden Nerven stellen zwei ansehnliche, in ihrem Verlaufe nach hinten divergirende Stämme dar, die dicht vor den Flossen jederseits in ein Ganglion — Mantelganglion (*Ganglion stellatum*) — umgehen, von dem strahlig nach allen Richtungen die Zweige in den Mantel sich vertheilen.

Bei den Cephalophoren besteht das Centralorgan des Nervensystems auch noch aus mehreren Ganglienpaaren, die durch ein- oder mehrfache Commissuren zu einem Schlundring vereinigt sind.

Das obere Schlund- oder Hirnganglion kann eine paarige Ganglienmasse darstellen oder auch zu einem verschmolzen sein. So hat

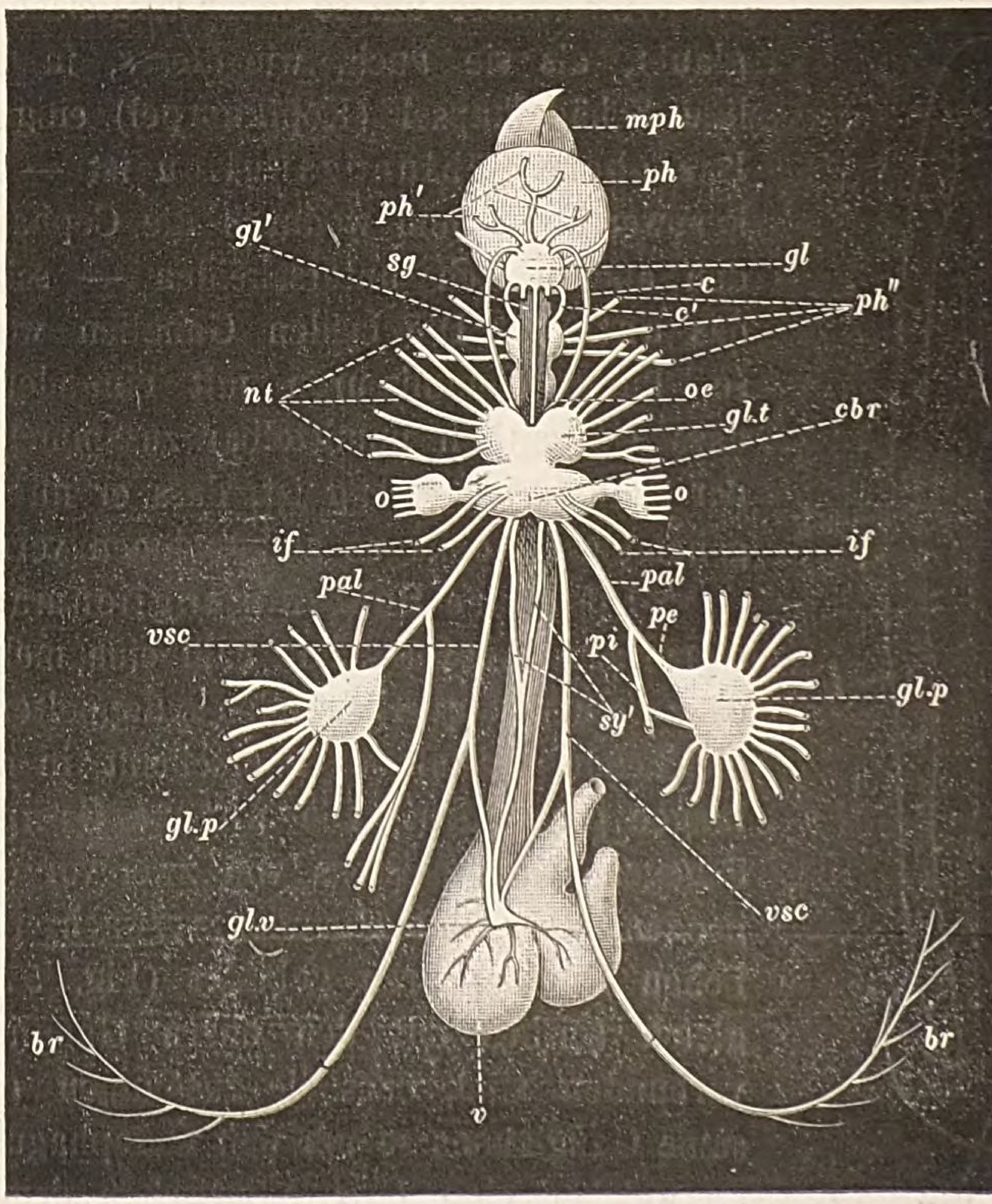


Fig. 576. Nervensystem der Cephalopoden (halbschematisch, zum Theil nach Brandt u. Ratzeburg. *ph* Schlundkopf (*Pharynx*). *mph* Schlundkiefer. *oe* Oesophagus. *v* Magen (*Ventriculus*). *cbr* Unterer Theil des sog. Hirns oder unteres Schlundganglion, von unten dargestellt (das obere Schlundganglion oder der obere Theil des Hirnknotens ist mit dem untern zu einer, den Schlund ringförmig umgebenden Masse, dem Hirn der Auctoren, verwachsen, welche jedoch dem Schlundringe der andern Wirbellosen entspricht). *gl.t* Zwei vordere ganglióse Abtheilungen des Hirns, woraus die Nerven (*nt*) für die Fangarme strahlig hervorgehen. *o* Sehnerven (*N. opt.*), hinter diesen platten Ganglien, seitlich vom Hirn abgehend. *if* Zwei Nerven, die an dem Trichter sich vertheilen. *pal* Mantelnerv, welcher in zwei Aeste, einen äusseren (*pe*) und inneren (*pi*), sich theilt, von denen der erstere in das Mantelganglion (*gl.p; Ganglion stellatum*) übergeht, während der andere ohne Ganglienbildung bleibt und in die Flosse sich vertheilt. *vsc* Ein Nerv, welcher nach innen und hinten von dem vorigen vom Hirn abgeht und rückwärts laufend, an den Mastdarm, den Tintenbeutel, an die Kiemen (*br*) und andern Organe sich verzweigt, daher Kiemennerv (*N. branchialis*) genannt, auch zum Magenganglion ein Aestchen sendet. *gl, gl'* Zwei, vor dem Hirn, unter (*gl*) und über (*gl'*) dem Oesophagus gelegene Ganglien, welche in Verbindung mit einem am Magen liegenden Nervenknoten (*gl.v*) ein besonderes Eingeweidenervensystem zusammensetzen. *gl* Unteres Speiseröhreganglion, welches rückwärts, theils durch zwei lange Fäden (*c*) mit dem Hirn (*gl.t*), theils durch zwei kurze Nerven (*c'*) mit dem obern Speiserohrknoten (*gl'*) so in Verbindung steht, dass zwischen beiden der Oesophagus durchgeht. *ph'* Vordere Zweige des untern Ganglions an der untern Seite des Schlundkopfes und untern Mundtheils. Aus seinem hintern Rande gehen mehrere Zweige für den Oesophagus hervor, wovon der mittlere (*sg*) der stärkste ist, mit der Speiseröhre rückwärts läuft, dabei in zwei Aeste (*sg'*) sich theilt, die mit der Speiseröhre nach dem Magen ziehen, hier wieder zu einem Stämmchen sich vereinigen und schliesslich in ein Ganglion — Magenganglion (*gl.v*) —, das seine Zweige an die beiden Magen und Leber sendet, endigen. *gl'* Oberes Speiseröhrganglion, das mit dem untern Ganglion (*gl*) durch einen Faden jederseits des Oesophagus (*c''*) verbunden ist und vorzüglich Zweige (*ph''*) an die obere Seite des Schlundkopfes und an die obern Weichtheile der Mundgegend entsendet.

Helix (Fig. 577) und Limax nur ein oberes Schlundganglion, während es sonst ein Doppelganglion zu sein pflegt. Das untere Schlundganglion kann auch einfach sein (Helix), während es sonst doppelt ist (Fig. 578), oder selbst aus zwei Ganglienpaaren bestehen kann, von denen das eine

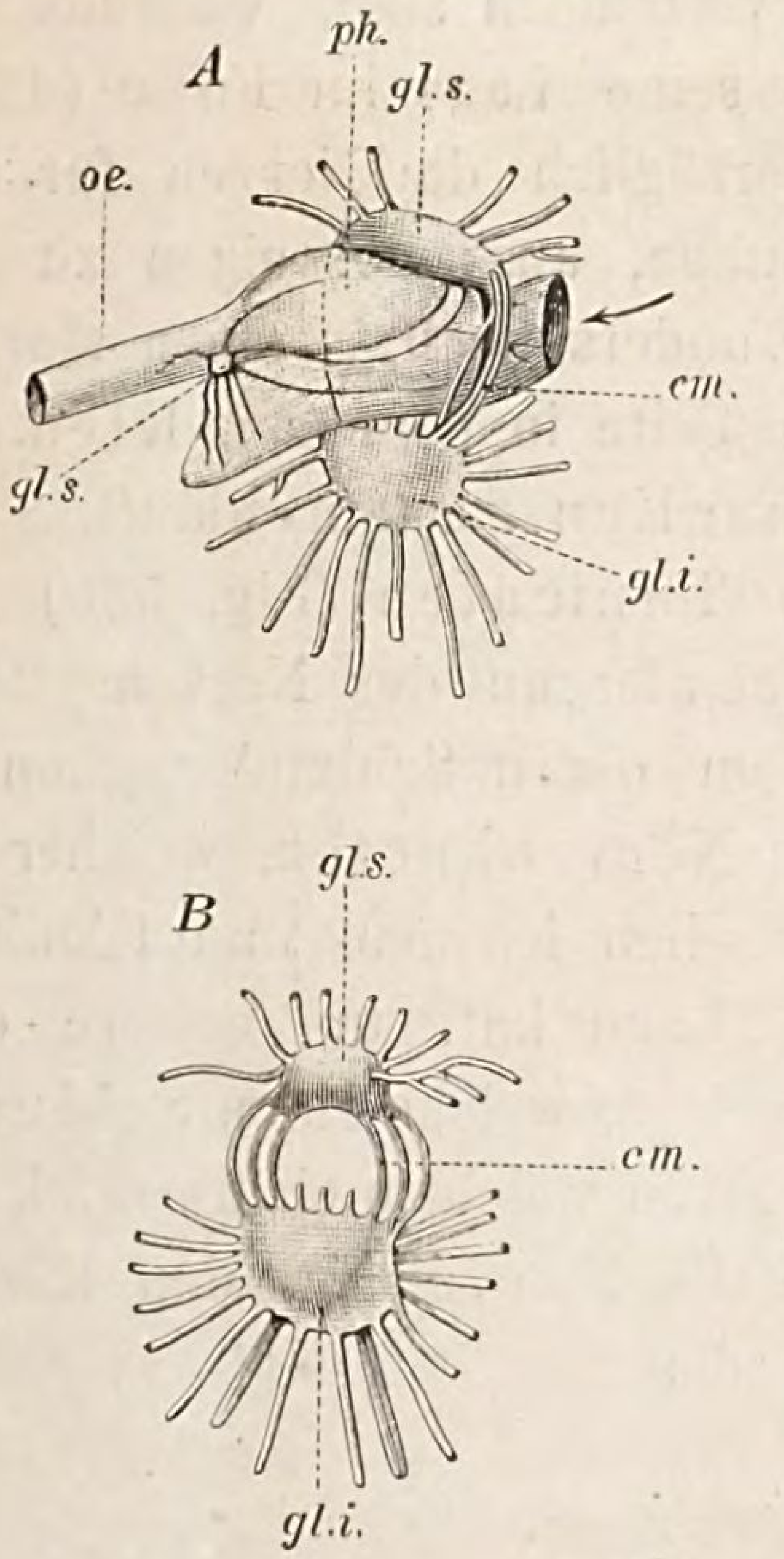


Fig. 577. Schlundganglion und Schlundring von Helix pomatia, von der Seite (*A*) und von vorn (*B*), nach Brandt und Ratzeburg. A. *gl.s* Oberes Schlundganglion mit seinen abgeschnittenen Nervenzweigen. *gl.i* Unteres Schlundganglion, mit seinen ausstrahlenden Nerven. *cm* Dreifache Commissuren auf jeder Seite, welche den Schlundkopf (*ph*) umgeben und den Schlundring herstellen. Kleines (sympathisches) Ganglion am Anfange der Speiseröhre liegend, das an letztere, an den Schlundkopf und an das obere Schlundganglion Zweige entsendet. — B. Schlundring von vorn dargestellt. Die Bezeichnung dieselbe.

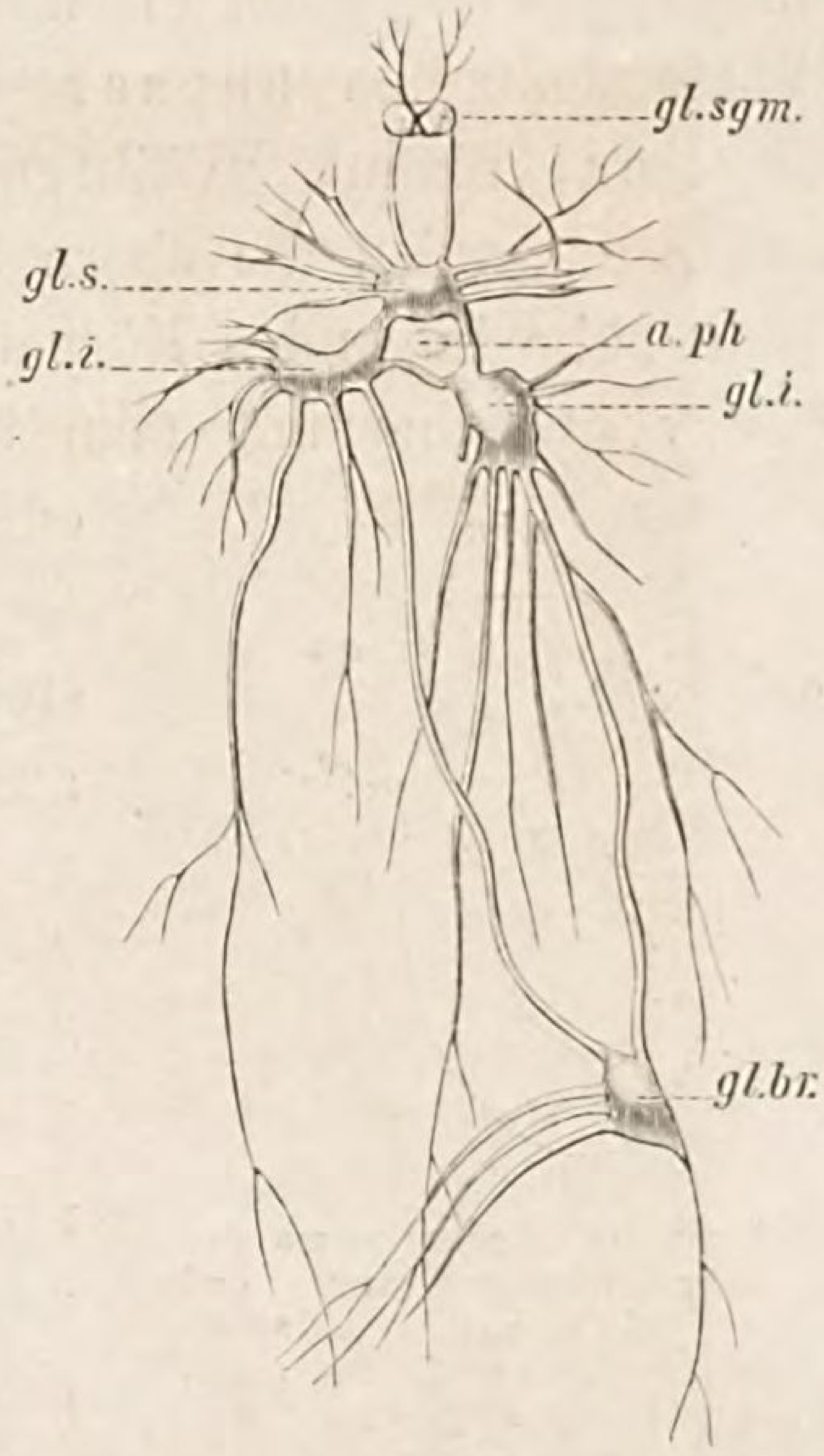


Fig. 578. Nervensystem von Aplysia. *gl.s* Oberes Schlundganglion. *gl.sym* Sympath. Ganglion. *a.ph* Schlundring. *gl.i* Die beiden unteren Schlundganglien, durch eine Quercommissur verbunden. *gl.br* Kiemenganglion. (Nach Milne Edwards).

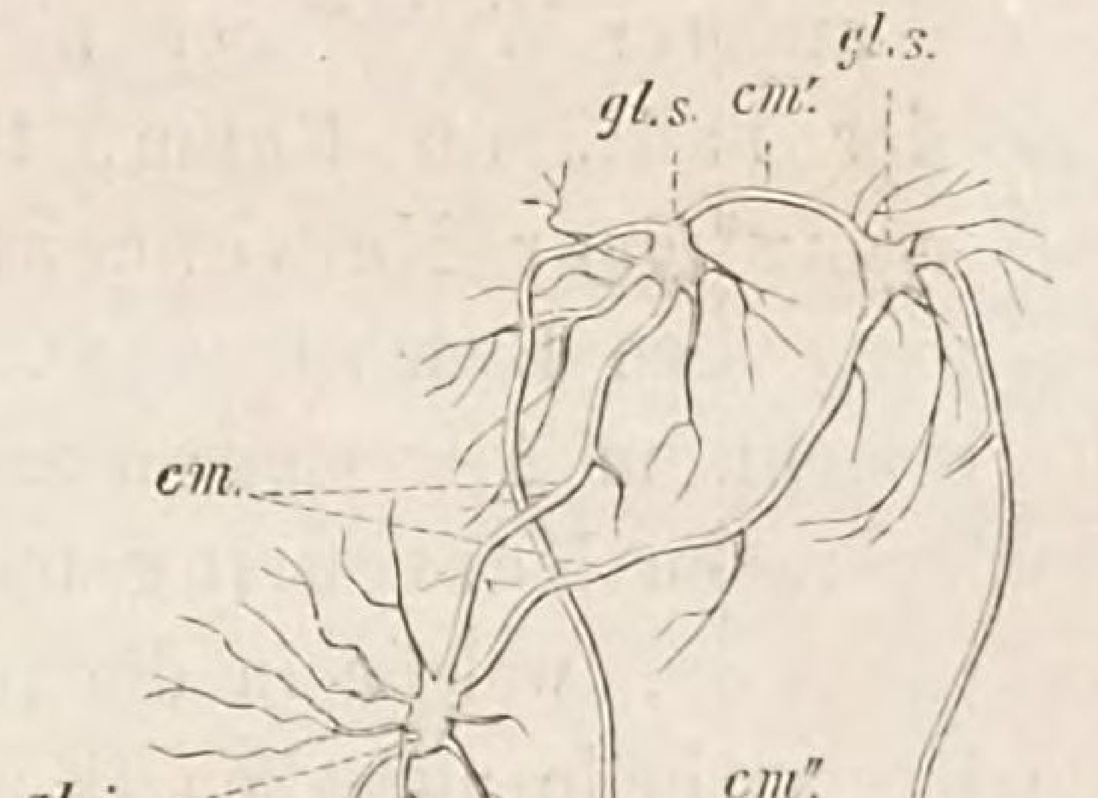


Fig. 579. Nervensystem von der Teichmuschel (*Anodonta*), halbschematisch. *gl.s* Obere Schlundganglien, durch eine über dem Schlunde liegende Quercommissur mit einander verbunden. Sie entsenden Zweige zum Mantel und zu den Tentakeln, und ausserdem eine Commissur (*cm*) zum untern Schlundganglion (Fussganglion) und eine (*cm''*) zum After- oder Kiemenganglion. *gl.i* Unteres Schlund- oder Fussganglion, welches besonders die Nerven für den Fuss liefert. *gl.br* After- oder Kiemenganglion. *nbr* Kiemennerven. *np* Nerv. zum hintern Theil des Mantels.

vorzugsweise den Fuss und das andere die Kiemen und Eingeweide mit Nerven versieht. Aus den Gehirnganglien werden besonders die Nerven für die Tentakeln, Lippen, Augen, Gehör- und Geschlechtsorgane abgegeben.

Bei den Lamellibranchiaten (Fig. 579) ist das obere Schlundganglion in zwei ganz zur Seite getretene Ganglien gesondert, die

durch eine Quercommissur mit einander verbunden sind, während das untere Schlundganglion unpaar bleibt und seine Lage im Fusse (daher Fussganglion) nimmt. Während dieses vorzüglich die Nerven für den Fuss abgibt, entsenden die obern Schlundganglien, ausser Zweigen zu den dem Munde nahe liegenden Körpertheilen, besonders noch je einen starken Mantelnerv, welcher mit dem der andern Seite in dem sog. Kiemen- oder Afterganglion zusammenläuft.

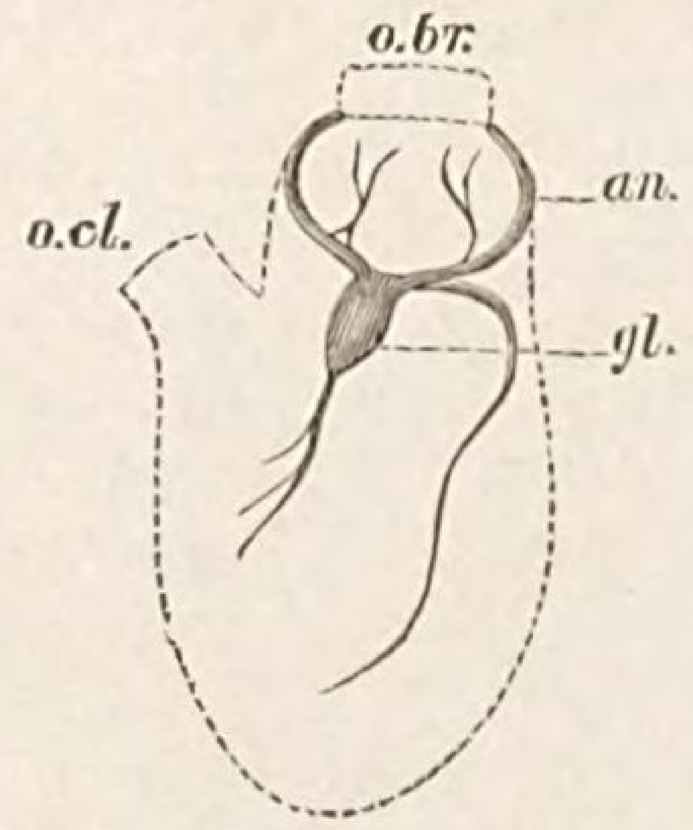


Fig. 580. Schema des Nervensystems von Ascidia. *o.br* Kiemenöffnung. *o.cl* Kloakenöffnung. *gl* Ganglion zwischen beiden. *an* Nervenschlinge (Schlundring), die Kiemenöffnung umgebend.

Bei den Tunicaten (Fig. 580) besteht das Centralorgan des Nervensystems aus einem, dem obern Schlundganglion zu vergleichenden Nervenknoten, welcher bei Ascidien zwischen Kiemen- und Kloakenöffnung seine Lage hat, um erstere eine Nervenschlinge legt, welche einen Schlundring darstellt, von welchem ebensowohl, als vom Ganglion die Nerven für den Körper abgegeben werden.

4. Nervensystem der Echinodermen.

Das Nervensystem dieser Thiere besitzt Eigenthümlichkeiten, wodurch es von dem anderer Wirbelloser nicht unwesentlich abweicht. Sie bestehen theils in der radiären Form, theils in dem (wenigstens äusserlichen) Mangel ganglióser Nervencentren sowohl der Schlundganglien als auch des gangliösen Bauchstranges.

Es besteht im Allgemeinen aus einem, den Eingang zur Verdauungshöhle umlagernden Nervenring und aus fünf radiär davon ausgehenden Nervenstämmen, welche in die fünf Körperstrahlen oder diesen gleichwerthige Körpertheile ausgehen (Fig. 581).

Der Nervenring hat eine fünfeckige Gestalt und besitzt keine Ganglien. Ebenso werden letztere auch an den von ihm ausgehenden radiären Nervenstämmen vermisst. Die mikroskopische Untersuchung weist indess in den letzteren Nervenzellen nach, welche die Nervenfasern umlagern, und nur desshalb äusserlich ihre Anwesenheit nicht verrathen, weil sie, statt durch Zusammenhäufung gangliöse Anschwellungen zu veranlassen, mehr gleichförmig die Faserelemente umgeben, — aber desshalb doch nicht weniger für die zu den Körpertheilen führenden Nervenbahnen Centralorgane abgeben, als wenn sie in der Form von Ganglien angelegt wären.

Diese radiären Nervenstämme können daher füglich dem Bauchganglienstrang der andern Wirbellosen verglichen werden. Den Nervenring dagegen fasst man verschieden auf, je nachdem man ihm den gleichen Besitz von Nervenzellen ab- oder zuspricht. Im ersteren Falle wird er

nur als ein System von Commissuren angesehen, durch welche die, gegen den Mund gerichteten Enden der Radialnervenstämme mit einander verbunden werden, — im letzteren dagegen als dem Schlundringe der übrigen Wirbellosen entsprechend betrachtet wird. Bei den Holothurien (Fig. 581) ist der Nervenring stärker, als die von ihm abgehenden Radialnerven. Daher man hier weniger Bedenken trägt, ihn dem sonstigen Schlundringe zu vergleichen und ihm die Bedeutung eines Centralorgans zu geben.

Bei den Sipunculiden ist die radiäre Form, welche das Nervensystem noch bei den Holothurien besass, in Wegfall gekommen. Von den fünf Radiärstämmen ist nur einer vorhanden, der wie der Bauchstrang anderer Wirbelloser sich verhält und an der ventralen Seite des Körpers liegt, aber, wie bei den Holothurien u. a. Echinodermen, ohne gangliöse Anschwellungen ist. Auch der Nervenring, welcher den Rüssel umlagert, entbehrt bei manchen (Priapulus, Bonellia u. a.) jeder gangliösen Anschwellung, während eine solche bei andern, namentlich bei Sipunculus, wo sie selbst in zwei Hälften getrennt ist, sich vorfindet. Sie entspricht dem obern Schlundganglion der Würmer und bildet dadurch zu der Anordnung des Nervensystems der Würmer, zu denen die Sipunculiden überhaupt eine grössere Verwandtschaft als zu den Echinodermen haben, den Uebergang.

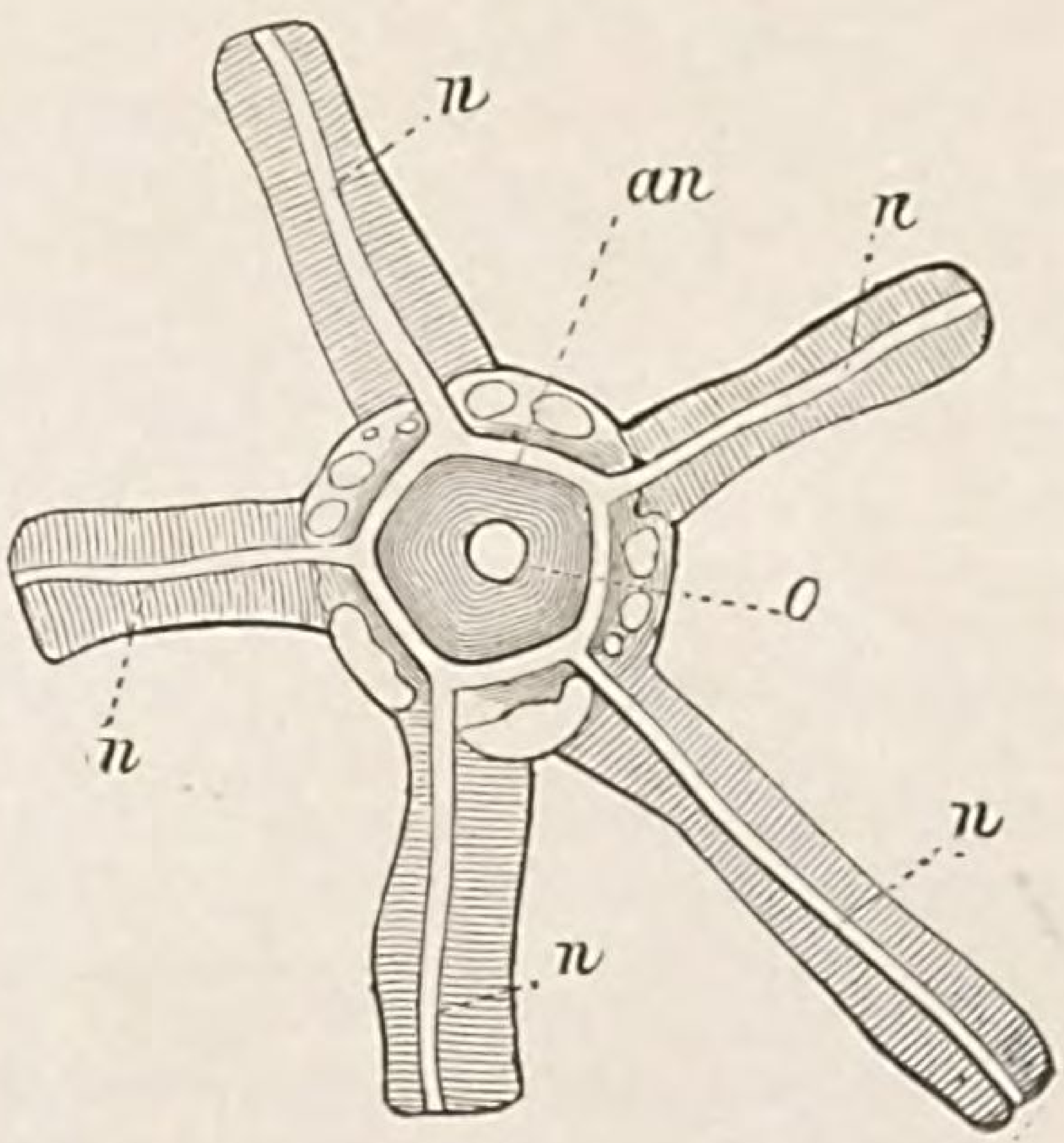


Fig. 581. Nervensystem von Holothuria tubulosa (nach Krohn). o Mund. an Nervenring (Schlundring). n Die 5 davon ausgehenden Nerven.

5. Coelenteraten.

Nur bei den Scheibenquallen und Ctenophoren haben sich bis jetzt Spuren eines Nervensystems nachweisen lassen. Bei ersteren stellt es ein am Scheibenrand liegender Ring mit in gleichmässigen Abständen von einander entfernten gangliösen Anschwellungen dar, deren Lagen den sog. Randkörperchen entsprechen. Ihre Nerven sollen an die Tentakeln und Radiärkanäle gehen. Bei den Rippenquallen sollen die Nervencentren einen oder zwei Nervenknoten darstellen, welche an dem, der Mundöffnung entgegengesetzten Körperende liegen und in strahliger Richtung Nervenfäden zu dem Magen und den Schwimmblättchenreihen senden.

B. Sinnesorgane *(Organa sensuum)*.

1. Sehapparat.

Barkow, Disquisitiones neurologicae vrastislaviae 1836. — Bendtz, in Müller's Archiv 1841. p. 196. — Bojanus, Anatome testudinis europaeae. Vilnae 1819—21. — Brücke, Ueb. d. leuchtenden Augen d. Wirbelthiere in Müller's Archiv. 1845. — C. G. Carus, Erläuterungstafeln z. vergl. Anatomie Hft. 9. — Catalogue of the comparative anatomy in Museum of the royal College of Surgeons in London. Vol. III. — Cuvier, Vorlesungen über vergl. Anatomie, Uebersetzung von Meckel. Bd. II. — Gurlt, Abbildungen der Anatomie der Haussäugethiere. Berlin 1829. — Hasenstein, De luce ex quorundam animalium oculo prodeunte atque de tapeto lucido. Jen. 1836. — C. Hasse, Zur Anatomie von Amphioxus, im morphilischen Jahrbuch Bd. I. S. 282. — Huschke, Comm. de pectinis in oculo avium potestate. Jenae 1827. — Kessler, Zur Entw. des Auges der Wirbelthiere. Leipzig 1877. — Krohn, Ueb. d. Structur der Iris d. Vögel, in Müller's Archiv 1837. — Leydig, Lehrb. d. Histologie. Frankf. a. M. 1857. S. 229. — Massalien, Descriptio oculorum Scombri, Thynni et Sepiae. (Diss.) Berol. 1815. — W. Müller, Ueb. d. Stammesentwicklung d. Sehorgans der Wirbelthiere. Leipzig 1875. — Owen, Comparative anatomy of Vertebrates. London 1868. Vol. I. pag. 331; Vol. II. pag. 136; Vol. III. pag. 246. — Retzius, anatomische Untersuchungen von Python bivittatus, in Verhandl. d. Schwed. Academ. d. Wissensch. z. Stockholm f. d. J. 1830; und in d. Isis 1832. S. 511. — Rosenthal, Zergliederung d. Fischauges, in Reil's Archiv f. Physiol. Bd. 10. — W. Saemmering, De oculorum sectione horizontali. Goettingen 1818. — Stannius, vergl. Anatomie d. Wirbelthiere. Berlin 1846 und (2. Aufl.) 1856. — Derselbe, in Müller's Archiv 1840. S. 322. — Treviranus, Beitr. z. Anat. u. Physiol. d. Sinnesorgane. Bremen 1828. Hft. 1. S. 83. — Derselbe, in dessen Beobachtungen aus d. Zootomie u. Physiologie. S. 95. (Auge vom Chamaeleon.) R. Wagner, Icones zootom. Leipzig 1841.

Brandt u. Ratzeburg, med. Zool. Bd. II. — V. Carus, Icones zootomicae. Leipzig. 1857. Dugès in Ann. d. sc. nat. T. 6. p. 175. — Dujardin, Mémoire sur les yeux simples ou stemates des animaux articulés, in Ann. d. sc. nat. 5e Sér. T. 7. pag. 104. — Eimer, Zool. Studien, S. 72. (Sinneskörper, Auge, Hülfsapparat d. Hörorgans.) — Gegenbaur, Ueb. Pteropoden u. Heteropoden. — Gottsche, Beitr. z. Anat. d. Augen d. Krebse u. Fliegen, Müll. Archiv. 1852. — Greef, Ueb. d. Bau d. Echinodermen, in den Sitzungsber. d. Marb. Gesellsch. f. Naturw. 1871. No. 8. S. 1. — Derselbe, Ueber d. Augen. d. Alciopiden im Sitzungsber. d. Marburg. Gesellschaft f. Naturw. 1875. No. 10. — Grube, Ueb. d. Augen der Muscheln, in Müller's Archiv. 1840. — Haeckel, Ueb. d. Augen etc. der Seesterne, in Zeitschr. f. w. Zool. 1859. — Kölliker, Bericht üb. vergl. anat. Untersuchungen in Messina in Zeitschr. f. r. Zool. Bd. 4. S. 316. — Krohn, Beitr. z. Kenntniss des Schneckenauges, — Müller's Archiv. 1839. S. 323. — Derselbe, Ueber augenähnliche Organe bei Pecten u. Spondylus, in Müller's Archiv. 1840. — Derselbe, Ueber d. Auge von Alciope, in Wiegmann's Archiv f. Naturgeschichte 1845. Bd. 9. S. 179. — W. Lange, Beitr. z. Anatomie etc. der Asterien u. Ophiuren, — morph. Jahrb. Bd. II. — Lemoine, Sur le système nerv. etc. de l'Écrevisse, in annal. d. sc. n. 5e Sér. T. 9. pag. 185. — Leydig, Lehrb. d. Histologie, S. 249. — Derselbe, Ueber d. feineren Bau d. Arthropoden in Müller's Archiv. 1855. — Derselbe, Augen u. neue Sinnesorgane der Egel, Archiv f. Anat. u. Physiol. 1861. — Derselbe, Tafeln z. vergl. Anatomie. Tübingen 1864. Hft. I. — Leuckart, Zoolog. Untersuchungen. — Leuckart u. Pagenstecher, Untersuchungen üb. nied. Seethiere, in Müller's Archiv. 1858. — Massalien, Descriptio oculorum Scombri, Thynni et Sepiae. (Dissert.) Berol. 1815. — Meissner, Ueber Vermis albicans etc. in Zeitschrift f. w. Z. Bd. — J. Müller, Ueb. d. Bau der Augen, d. Insecten und Crust., in Meckel's Archiv 1829, — Taf. 3—6. — Derselbe, Zur vergl. Physiol. d. Gesichtssinnes. — Derselbe, in Isis 1829. S. 549. Fig. 6. 7. — Derselbe, Bau der Augen bei Argulus foliaceus, in Tiedemann's Zeitschr. Bd. IV. S. 97. Taf. 6. — H. Müller, (Ueb. d. Cephalopodenauge) in Zeitschr. f. w. Zool. 1853. — Quatrefages, in Ann. d. sc. nat. 3me Sér. T. 13, pag. 34, pl. 2. — v. Siebold, Vergl. Anatomie der wirbellosen Thiere. Berlin 1848. — Will,

Beiträge z. Anatomie d. zusammengesetzten Augen. Leipzig 1840. — Derselbe, Ueb. d. Augen der Bivalven u. Ascidien, in Froriep's neuen Notizen. 1844. Nr. 622 u. 623. — Zenker, Studien über d. Krebsthiere, im Archiv f. Naturgesch. 1854.

1. Sehapparat der Wirbelthiere.

a) *Optischer Theil des Sehapparates.*

aa) Augapfel (*Bulbus oculi*).

Die wesentlichsten Theile des Auges bestehen aus 1) dem lichtempfindenden, 2) dem lichtbrechenden Apparat und 3) aus Häuten, welche die beiden vorhergehenden stützend oder schützend umschliessen. Den lichtempfindenden Apparat bildet die Nervenhaut (*Retina s. Nervea*), welche aus der membranösen Entfaltung des Sehnerven (*N. opticus*) hervorgeht und eine nach vorn offene zarthautige Hohlkugel darstellt, durch deren offenen Theil das Licht zugeführt wird. In diese Zugangsöffnung ist der lichtbrechende Körper, die Krystalllinse (*Lens crystallina*) mit ihrer Kapsel (*Capsula lentis*) eingelegt, durch welche die Lichtstrahlen so zusammengebrochen werden, dass der Brennpunkt derselben auf die Retina fällt. Um diese zarthäutige Hohlkugel zu stützen, sie ausgespannt zu halten und die Lage der in ihrer vordern Zugangsöffnung liegenden Linse zu unterstützen und zu befestigen, ist der zwischen letzterer und ersterer übrig gebliebene Hohlraum von einer glashellen, gallertigen Stützsubstanz, dem sog. Glaskörper (*Corpus vitreum*) erfüllt. Um theils zu veranlassen, dass die Lichtstrahlen zur Erregung der Nervenhaut nur von vorn, durch die Eingangsöffnung der Hohlkugel, in's Auge gelangen und nach dem Durchgang durch die Retina nicht wieder reflectirt, sondern absorbirt werden, — theils um das Eindringen der Lichtstrahlen auf anderem Wege, als auf dem, der durch die Linse führt, zu verhindern, — ist diese nervöse Hohlkugel von einer zweiten, ebenfalls nach vorn offenen häutigen Hohlkugel, der Gefässhaut (*Chorioïdea*) umschlossen, deren Innenfläche mit einer Lage schwarzen Pigments derart belegt ist, dass sie für Lichtstrahlen undurchdringlich ist, mögen solche aussen oder innen sie treffen.

Um die Quantität des durch die Linse zur Nervenhaut gelangenden Lichtes der Intensität desselben anzupassen, damit bei grosser Intensität die Quantität vermindert und umgekehrt bei schwachem Licht letztere vermehrt werden könne, ist vor die Linse ein Moderationsapparat angelegt, welcher in der, eine runde, von einem Loche — Sehloch, Pupille — durchbrochene Scheibe darstellenden Regenbogenhaut (*Iris*) besteht, die mit einer Musculatur der Art ausgerüstet ist, dass je nach der Intensität des Lichtreizes die Pupille verengt oder erweitert wird. Auch ist sie an ihrer hinteren Fläche mit einer Lage schwarzen Pigments so belegt, dass

sie für Licht ganz undurchgänglich ist, — und dieses nur durch die Pupille in's Innere des Auges gelangen kann.

Insoweit durch das Auge das Sehen äuserer Gegenstände ermöglicht werden soll, besitzt es bis dahin die wesentlichsten dazu erforderlichen Einrichtungen. Aber ein Organ, das von so zarten weichen Gebilden zusammengesetzt ist, wie der Augapfel bis jetzt darstellen würde, wäre doch zu sehr den schädlichen Folgen noch ausgesetzt, welche auch die geringsten mechanischen Einwirkungen auf dasselbe haben würden; wäre auch nicht fähig, einen Zug zu ertragen, wie ihn Muskeln ausüben müssen, durch welche der Augapfel in seiner Stellung zu den äusseren Objecten verändert werden soll. Daher ist nun das Ganze noch in eine aus Bindesubstanz bestehende derbe kugelige Kapsel eingelegt, welche die zarten übrigen Theile schützend umschliesst und den Muskeln geeignete Angriffspunkte gewährt. Damit indess der Weg, den die Lichtstrahlen in's Innere des Auges zu nehmen haben, durch diese Kapsel nicht versperrt werde, hat das vor der Iris und Linse liegende Segment derselben, durch Abänderung seiner histologischen (und chemischen) Beschaffenheit, eine glashelle Durchsichtigkeit erhalten, so dass die Kapsel dadurch in einen hintern grösseren, undurchsichtigen und vordern kleineren, durchsichtigen Abschnitt sich scheidet, von welchen ersterer die weisse oder Faserhaut (*Scelotica*) und der letztere die durchsichtige oder Hornhaut (*Cornea*) heisst. Jene, für sich betrachtet, stellt, wie die Chorioïdea und Retina, auch eine nach vorn offene Hohlkugel dar, in deren Oeffnung die Hornhaut, gleichsam wie ein uhrglasförmiges Fenster, eingefügt erscheint (Fig. 582). Die Hornhaut wölbt sich auch wie ein Uhrglas über die Iris weg, so dass zwischen ihrer hinteren Fläche und letzterer ein mehr oder weniger ansehnlicher Raum verbleibt, der mit der sogenannten wässerigen Flüssigkeit (*Humor aqueus*) erfüllt ist und die vordere Augenkammer darstellt gegenüber dem sehr viel kleineren Raum zwischen der Iris und der Linse, der als die hintere Augenkammer bezeichnet zu werden pflegt. Die das hintere, grössere Segment des Augapfels umschliessende Scelotica liegt indess genau an der, nach innen von ihr befindlichen Chorioïdea an, so dass kein Zwischenraum zwischen beiden gelassen bleibt. Beide haften aber nur lose an einander, so dass sie leicht von einander sich lösen lassen. Nur am vordersten Ende sind sie durch Muskel- und Bindegewebe (*Lig. ciliare*, *Musc. ciliaris*) fest und unverschiebbar mit einander verwachsen. Eine gleichfeste Verbindung geht auch das vordere Ende der

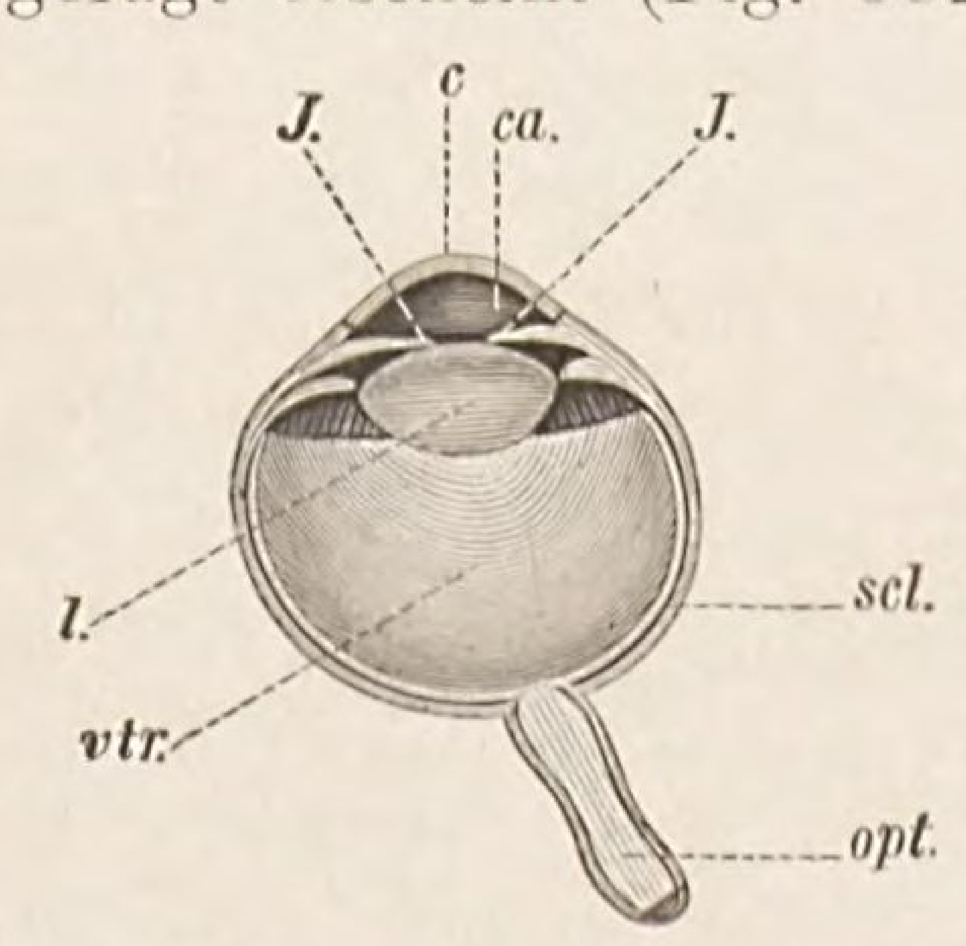


Fig. 582. Durchschnitt des Auges eines Affen (*Simia Inuus*). *opt* Sehnerv (*N. opt.*). *scl* Sclerotica. *c* Cornea. *ca* Vordere Augenkammer. *J* Iris. *J'* Pupille. *l* Krystalllinse (*Lens*). *vtr* Glaskörper (*Corp. vitreum*).

Chorioïdea mit dem der Retina und diese mit dem vordern Theil der äussern **Begrenzungshaut** des Glaskörpers (*Hyaloïdea*) ein. Nur ist das Vereinigungsmittel hier ein anderes und der Zartheit der zu verbindenden Theile angepassteres, als dort. Anstatt durch faseriges Gewebe werden durch Faltenbildungen und durch inniges Ineinandergreifen dieser Falten die vordern Enden dieser zarten Häute fest mit einander vereinigt. Die Faltenbildung an der Innenfläche des vordern Endes der Chorioïdea stellt den Ciliarkörper (*Corpus ciliare*) und die einzelnen Falten desselben die **Ciliarfortsätze** (*Processus ciliares*) dar. Während nun aber diese Ciliarfortsätze keine wirkliche Falten, sondern gefässreiche leistenförmige Erhebungen der Innenfläche der Chorioïdea sind, ist das vordere verdünnte Ende der Retina, weil diese der Innenfläche jener überall genau anliegt und folgt, in Wirklichkeit gefaltet (*Pars ciliaris retinae*) und als Folge dieser Faltung der Retina ist die Faltung des vordern verdickten Endes der Hyaloïdea (*Pars ciliaris hyaloïdeae s. Zonula Zinnii*) zu betrachten. Wenn man die Chorioïdea mit dem Corpus ciliare von der Retina abgelöst sich denkt, so bleiben die gefalteten vordern Enden der Retina und Hyaloïdea mit einander in inniger Vereinigung zurück und stellen jenen zierlichen Faltenkreis dar, auf dem das Pigment des entfernten Corpus ciliare zum Theil noch sitzen geblieben ist und das darstellt, was man als **Zonula ciliaris** zu bezeichnen pflegt. Wenn man dagegen, wie **Zinn** u. A., annimmt, dass die Retina schon am Anfang des Corpus ciliare (*Ora serrata*) ende, dann besteht diese Zonula nur aus der Faltung des vordern verdickten und faserig zerfallenen Endes der Hyaloïdea mit dem darauf sitzen gebliebenen Pigment des Corpus ciliare und stellt die **Zonula Zinnii** dar.

Bei den verschiedenen **Wirbelthieren** erfahren die Einrichtungen des Auges, welche in der vorausgehenden Darstellung mehr auf die Verhältnisse des Menschen berechnet sind, mancherlei Modificationen, je nach der Abänderung in den Leistungen, denen sich die betreffenden Theile anpassen müssen.

So beeinflusst schon die Grösse des Gesichtskreises und die Entfernung des Gesichtsobjectes die **Grösse** des Augapfels. Daher Wirbelthiere, die im Wasser, in der Erde, im Sand oder Schlamm sich aufhalten, deren Gesichtsobjecte in der Nähe sich befinden, im Allgemeinen kleinere Augen haben, als solche, deren Gesichtskreis ein ausgedehnterer, für den die Gegenstände entfernter stehen. Bei solchen endlich, bei welchen mehr nur die Unterscheidung von Licht und Dunkel, als die Wahrnehmung von einzelnen Gesichtsobjecten erfolgt, kann das Auge selbst mehr oder weniger rudimentär werden. Kleiner ist daher im Allgemeinen das Auge bei Wasserthieren, als bei Luftthieren, obschon bei ersteren auch Fälle von umfangreichen

Augen, wie unter den Fischen, bei Priacanthus u. a. vorkommen. Ebenso ist es auch kleiner bei solchen, die auf der Erde kriechen, als bei denen, welche auf Höhen sich aufhalten oder in der Luft fliegen. Aber ganz besonders klein und selbst rudimentär findet man die Augen z. B. bei den in der Erde wühlenden Maulwürfen (Talpa, Chrysochlorys), bei im Schlamm sich aufhaltenden Fischen, wie bei manchen Silurusarten (*Silurus coecutiens*), einigen Aalen, z. B. Opterichthys coeca, ganz besonders aber bei den parasitischen Myxinoïden. Ja bei den Amphioxinen kommt sogar der Augapfel ganz in Wegfall und besteht das Auge nur noch aus einem Pigmentfleck, unter den ein Nerv des vordern Theils des Rückenmarkes ausläuft.

Die Cornea zeigt bezüglich ihrer relativen Grösse viele Verschiedenheiten. Bei Thieren mit ausgedehnterem Gesichtskreise ist sie grösser, als im entgegengesetzten Falle, wo sie klein ist. Ganz besonders aber ist ihre Wölbung verschieden, was von dem Antheil abhängt, den sie mit dem Humor aqueus an der Lichtbrechung nimmt. Denn bei ihrer uhrglasförmigen Gestalt bildet sie mit der hinter ihr befindlichen wässerigen Flüssigkeit gleichsam eine planconvexe Linse, welche auf die Lichtstrahlen gleichfalls brechend einzuwirken vermag. Ihre Wölbung ist um so grösser, je grösser ihr Antheil an der Lichtbrechung ist, und diese muss um so stärker sein, je entfernter die Gesichtsobjekte liegen. Daher bei den Vögeln ihre Wölbung stärker ist, als bei andern Wirbelthieren (Säugethieren und Amphibien). Ganz besonders stark ist ihre Wölbung bei Raubvögeln, bei welchen der sie tragende vordere Theil des Bulbus gleichsam cylindrisch sich nach vorn verlängert (Fig. 583). Da indess ihre lichtbrechende Kraft nur der des

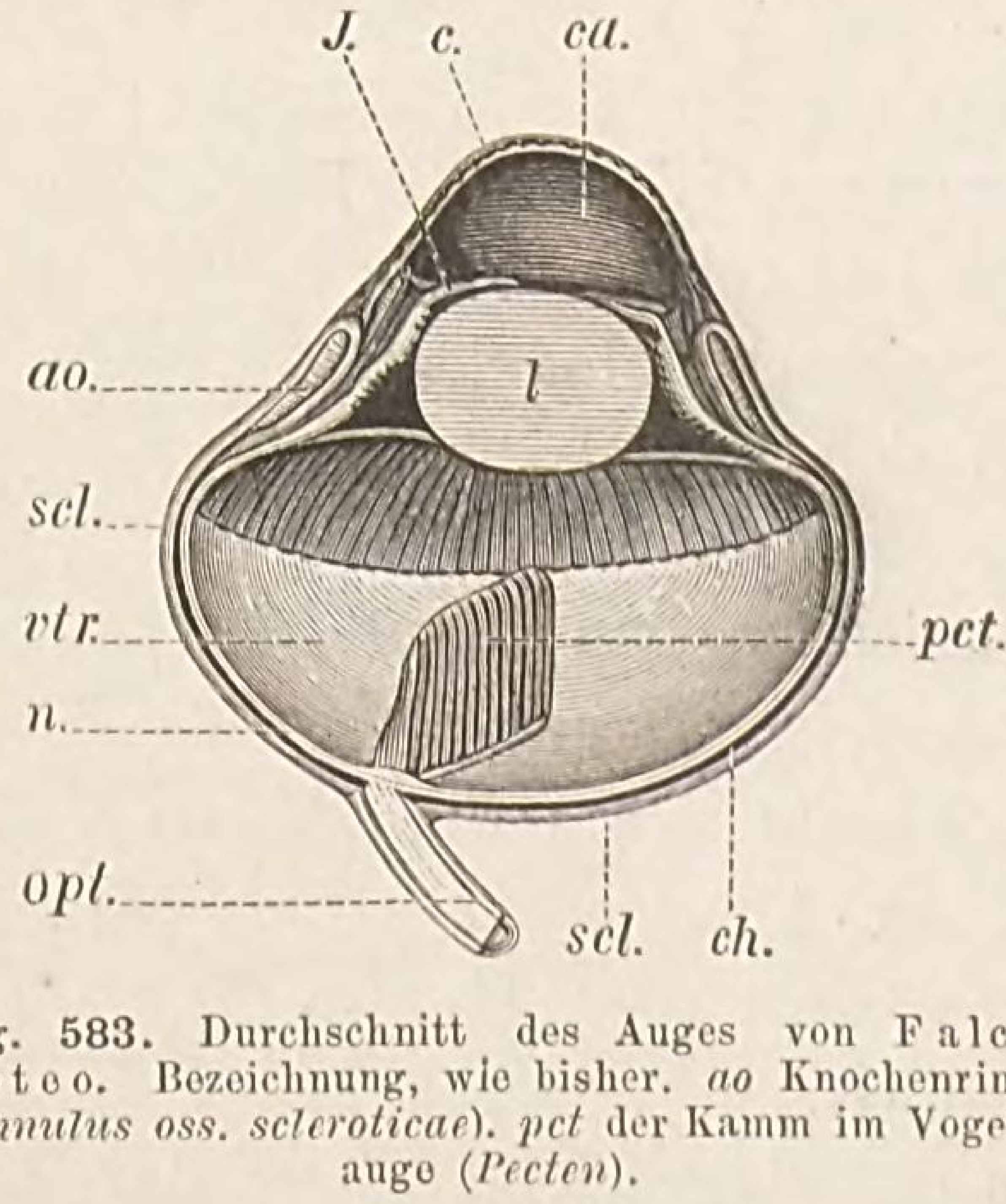


Fig. 583. Durchschnitt des Auges von Falco buteo. Bezeichnung, wie bisher. *ao* Knochenring (*Annulus oss. scleroticae*). *pct* der Kamm im Vogelauge (*Pecten*).

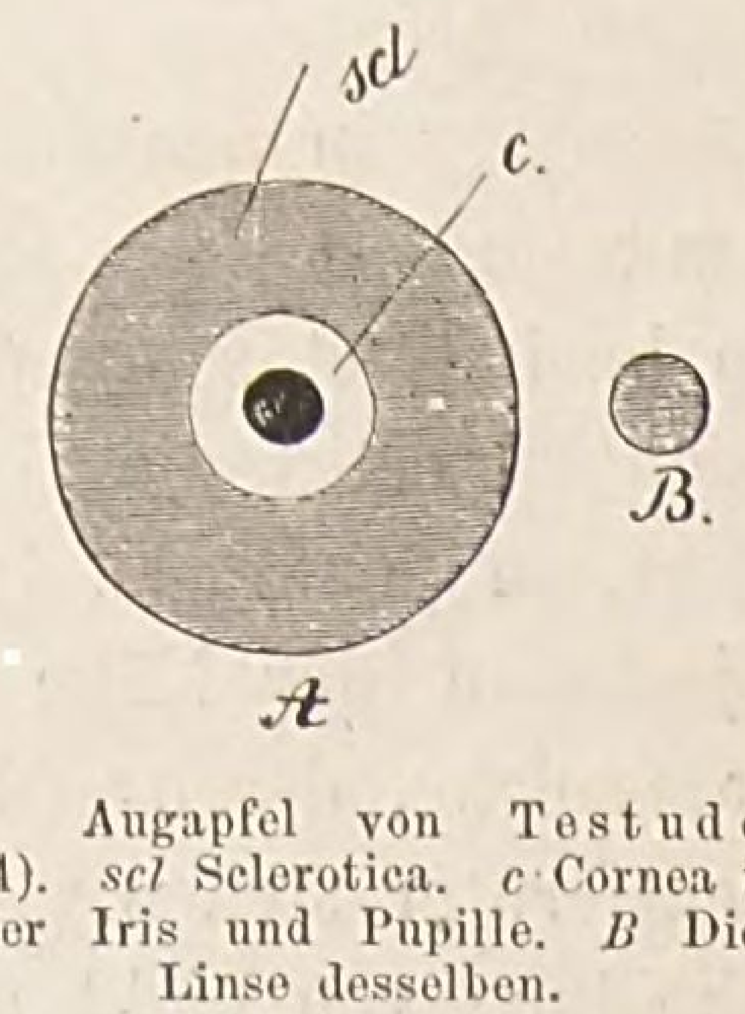


Fig. 584. Augapfel von Testudo midas von vorn (*A*). *scl* Sclerotica. *c* Cornea mit dahinter liegender Iris und Pupille. *B* Die kugelige Linse desselben.

Wassers gleichkommt, so konnte sie bei Wasserthieren keine Verwerthung finden. Daher diese eine abgeflachte oder selbst ganz plane Cornea haben. So haben desshalb alle Fische (Fig. 584 *A*) eine plane Cornea. In gleicher

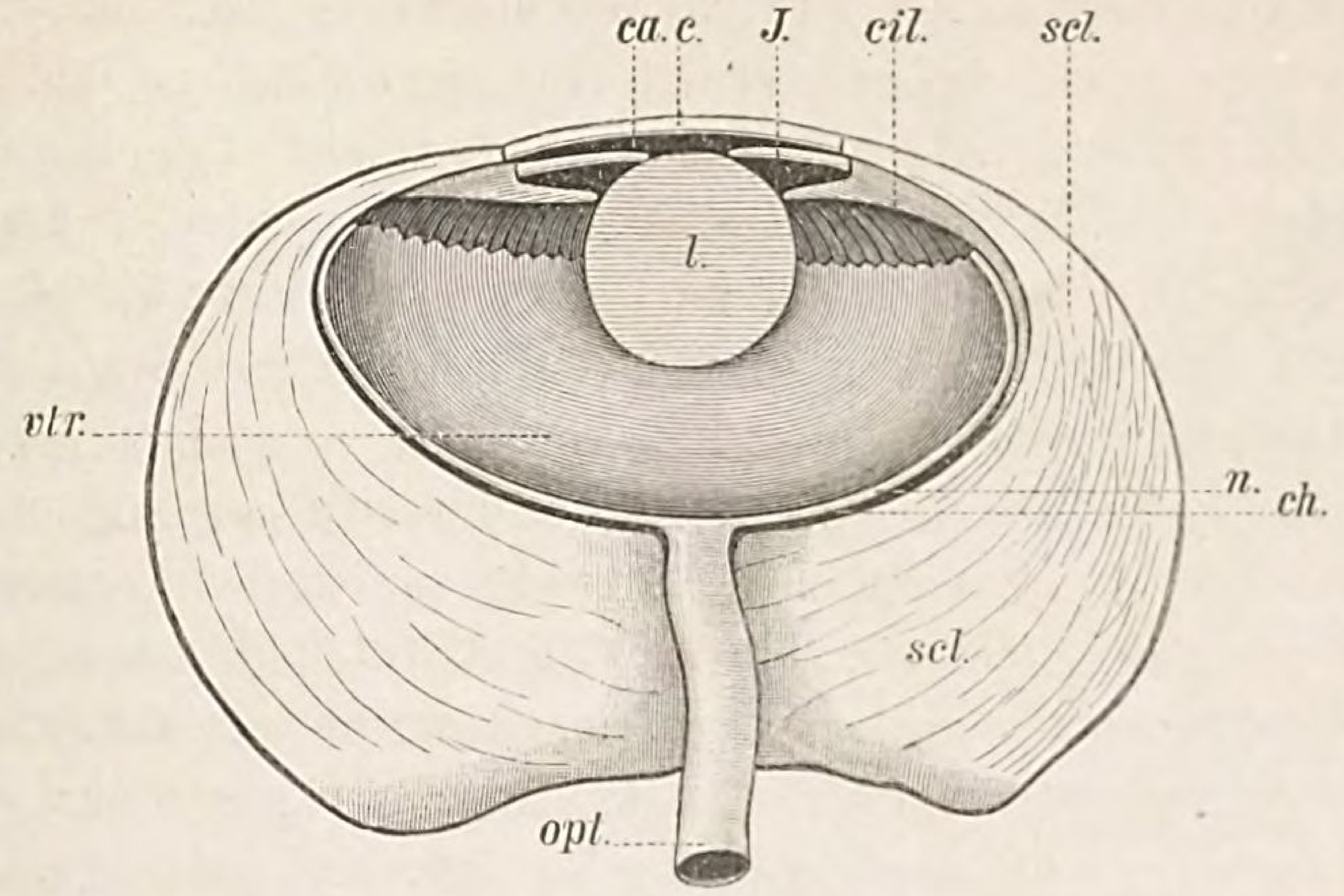


Fig. 585. Durchschnitt des Auges von Balaena. *opt* Sehnerv (*N. opt.*). *n* Nervenhaut (*Tun. nervea*). *ch* Chorioïdea. *J* Iris. *cil* Corp. ciliare. *l* Krystalllinse (*Lens crystall.*). *ca* Vordere Augenkammer (*Cam. oculi ant.*). *c* Hornhaut (*Cornea*). *scl* Sclerotica. *vtr* Glaskörper (*Corp. vitr.*).

Weise verhält sie sich auch bei den im Wasser lebenden Amphibien, wie z. B. bei den Seeschildkröten (Fig. 584 B) und den auf denselben Aufenthalt angewiesenen Cetaceen (Fig. 585). Auch bei solchen Thieren, die nicht dauernd unter dem Wasser sind, aber ihre Nahrung oder Beute in demselben suchen, wie bei Schwimm- und Tauchervögeln (Fig. 586) und bei den Robben (Fig. 587) ist die Hornhaut bedeutend flacher, als bei andern ausschliesslichen Luftthieren.



Fig. 586. Augapfel von Larus tridactylus von der Seite.

Welchen Antheil die Wölbung der Hornhaut an der Lichtbrechung nimmt, erkennt man auch daran, dass in all diesen Fällen, wo wegen des Aufenthaltes im Wasser ihre lichtbrechende Wirkung in Wegfall kommt, zum Ersatze dieses Verlustes die Wölbung der Krystalllinse vermehrt wird, indem diese, statt ihrer gewöhnlichen biconvexen

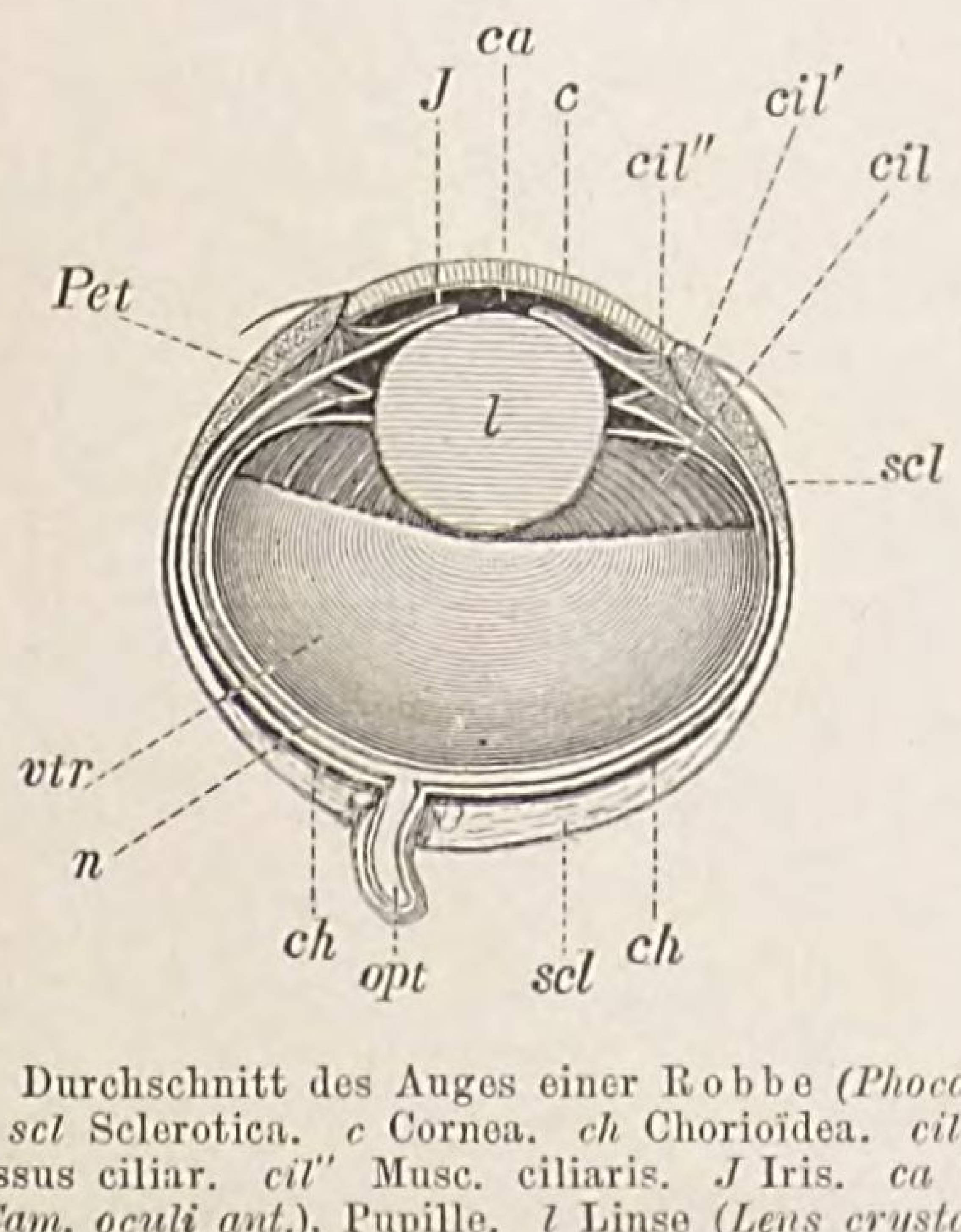


Fig. 587. Durchschnitt des Auges einer Robbe (*Phoca*). *opt* Sehnerv (*N. opt.*). *scl* Sclerotica. *c* Cornea. *ch* Chorioïdea. *cil* Corpus ciliare. *cil'* Processus ciliar. *cil''* Musc. ciliaris. *J* Iris. *ca* Vordere Augenkammer (*Cam. oculi ant.*), Pupille. *l* Linse (*Lens crystall.*). *vtr* Glaskörper (*Corp. vitreum*). *Pet* Canalis Petiti. *n* Nervenhaut (*Nerven*).

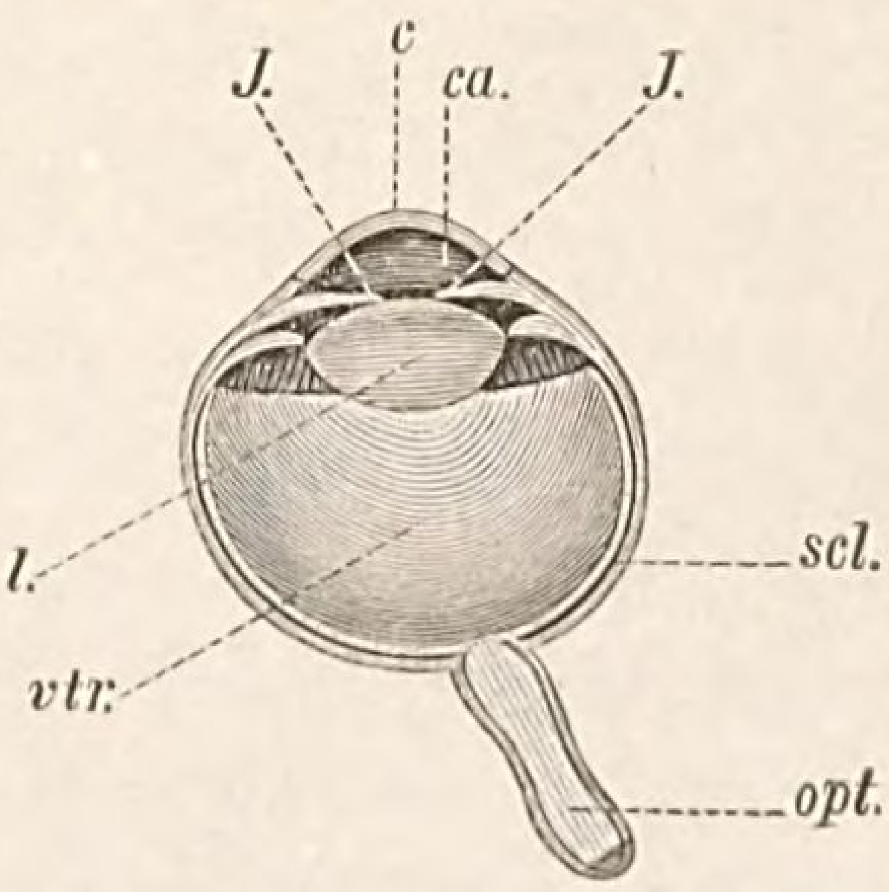


Fig. 588. Durchschnitt des Auges eines Affen (*Simia Inuus*). *opt* Sehnerv (*N. opt.*). *scl* Sclerotica. *c* Cornea. *ca* Vordere Augenkammer. *J* Iris. *J'* Pupille. *l* Krystalllinse (*Lens*). *vtr* Glaskörper (*Corp. vitreum*).

Form (Fig. 588) mehr oder weniger reine Kugelgestalt erhält (Fig. 587; Fig. 589 u. 590).

Die Sclerotica ist hinten an der Eintrittsstelle des Sehnerven jeweils am dicksten, während nach vorn sie sich verdünnt (Fig. 587) und nur dadurch am vordern Ende wieder etwas an Dicke gewinnt, dass sie die Sehnen der Augenmuskeln aufnimmt. Von ganz ausserordentlicher Dicke ist sie bei den Cetaceen (Fig. 585). Wo an ihre Stützfunktion besondere Anforderungen gemacht werden, da kann sie theilweise knorpelig oder knöchern sein oder auch ganz aus Knorpel oder Knochen bestehen. So pflegt sie bei Vögeln (Fig. 591) in eine äussere

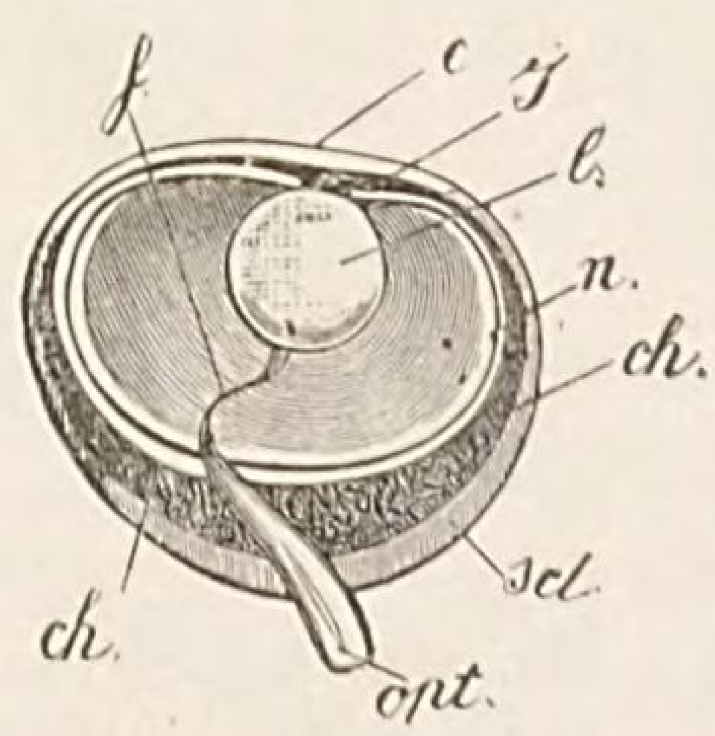


Fig. 589. Durchschnitt des Auges von Trigla cuculus. *opt* Nerv. opticus. *scl* Sclerotica. *c* Cornea. *J* Iris. *ch* Chorioïdea. *ch'* Chorioïdaldrüse. *n* Nervenhaut (*Nervea*). *l* Linse (*Lens*). *f* Processus falciformis.

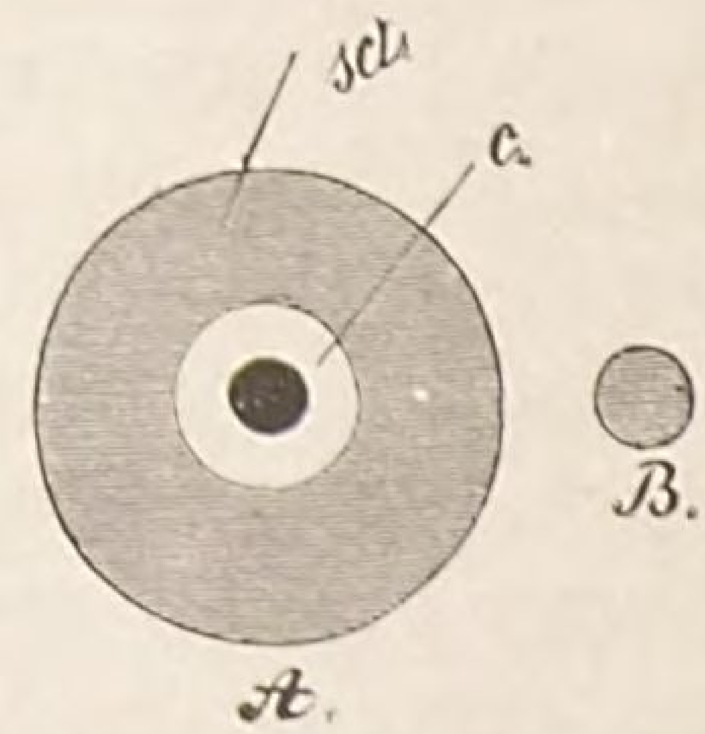


Fig. 590. Augapfel von Testudo midas von vorn (*A*). *scl* Sclerotica. *c* Cornea mit dahinter liegender Iris und Pupille. *B* Die kugelige Linse desselben.

Faser- und innere Knorpellage zu zerfallen und in ihrem vordern Theile selbst noch einen Kranz von Knochenschüppchen (*Annulus osseus*) einzuschliessen (Fig. 592), welcher namentlich bei Raubvögeln zur Stütze der cylindrisch nach vorn verlängerten Gestalt des Auges stark ausgebildet ist.

Auch bei beschuppten Amphibien, namentlich bei Cheloniern und vielen Sauriern finden sich ähnliche Anordnungen vor, indem die Sclerotica eine innere Knorpellage besitzt, oder selbst ganz aus Knorpel besteht und vorn einen Ring von Knochenschüppchen trägt. Auch bei manchen Fischen ist sie knorpelig und von ansehnlicher Dicke (Fig. 593) oder aus Knochenplättchen gebildet, die bei grossen Fischen (Xiphias, Scomber u. a.) selbst zu einer knöchernen Kapsel oder Hohlkugel verschmolzen sein können.

Die Chorioïdea erleidet verschiedene Abänderungen in der Reihe der Wirbelthiere. So ist der Ciliarkörper bei Fischen, besonders Selachiern und Stören weniger entwickelt, als bei den höheren Wirbelthieren, oder kann selbst, wie bei den meisten Knochenfischen, ganz fehlen.

Eine bemerkenswerthe Abänderung zeigt die Innenfläche der Chorioïdea und ihre Pigmentlage. Sie stellt das im Augengrunde vieler Wirbelthiere vorkommende sog. Tapetum dar, welches ein glänzender verschieden grosser Bezirk der Innenfläche der Chorioïdea ist, der durch Reflexion des von vorn eingefallenen Lichtes das Leuchten der Augen im Dunkeln bewirkt. Es ist durch Mangel des Pigments und eine bindegewebige Faserlage meistens veranlasst. Es findet sich besonders bei solchen Thieren vor, welche, wie

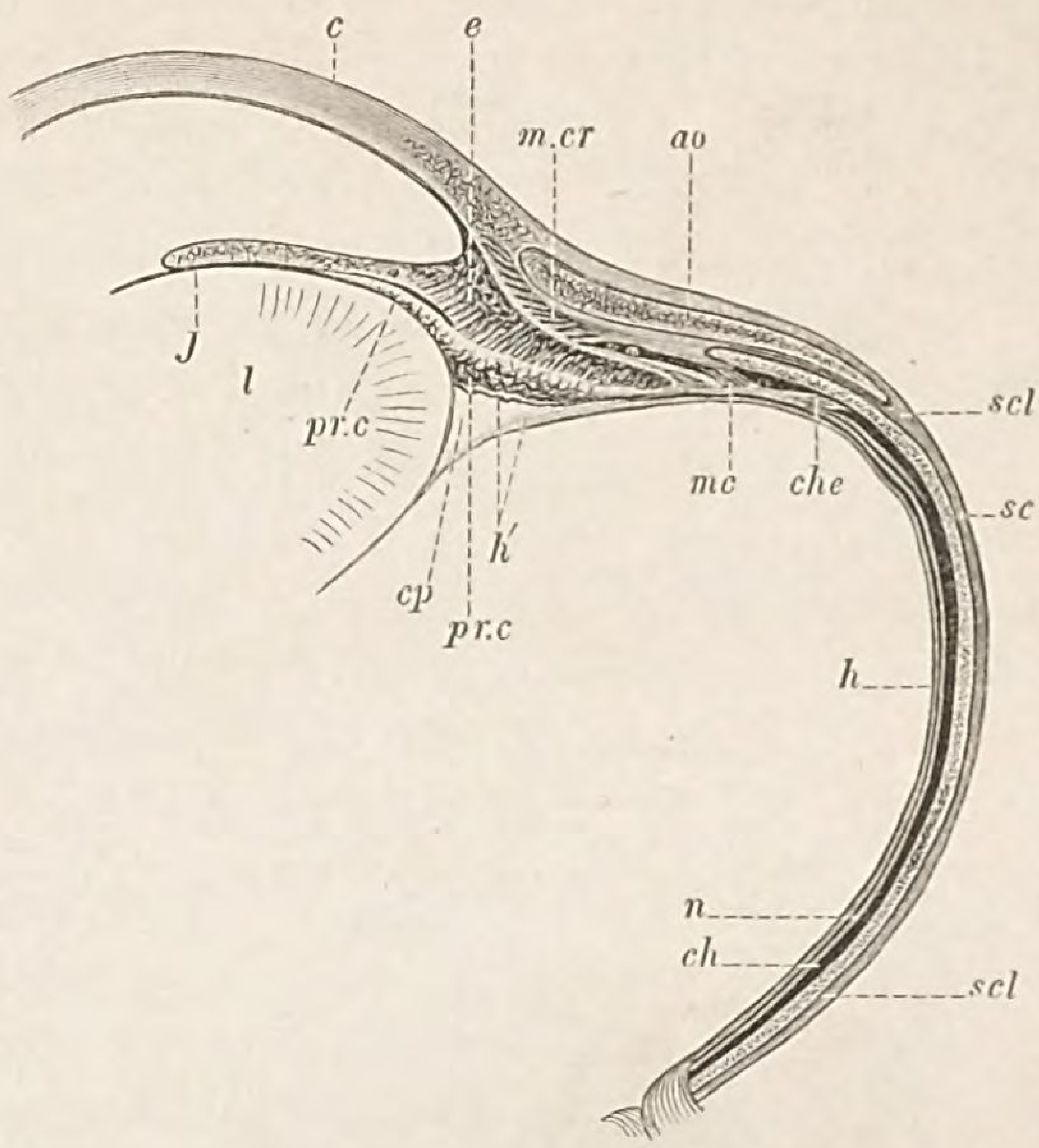


Fig. 591. Horizontaldurchschnitt des Ciliartheils vom Auge des Falco buteo (nach A. Ecker). *c* Cornea. *scl* Sclerotica. *sc* innere Knorpelschichte derselben. *ao* Knochenring. *J* Iris. *ch* Chorioïdea. *che* Lig. elasticum chorioïdeae. *mc* Musculus ciliaris. *pr.c* Processus ciliaris. *e* Elastisches Gewebe, von der innern Fläche der Cornea zum Corpus ciliare gespannt. *n* Nervenhaut (*Retina*). *h* Hyaloïdea. *cp* Canalis Petiti. *l* Linse.

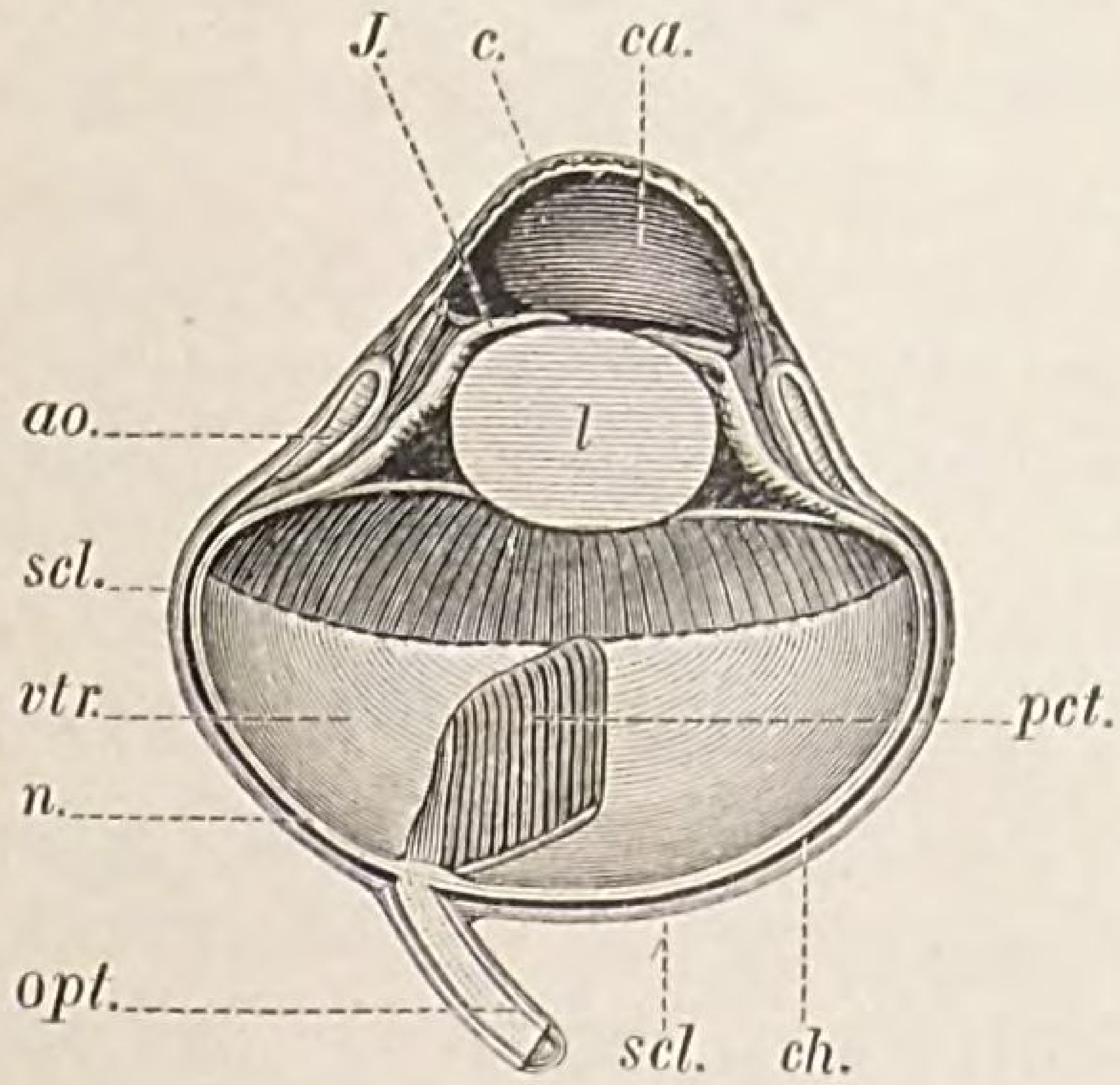


Fig. 592. Durchschnitt des Auges von Falco buteo. Bezeichnung, wie bisher. *ao* Knochenring (*Annulus oss. scleroticae*). *pct* der Kamm im Vogelauge (*Pecten*).

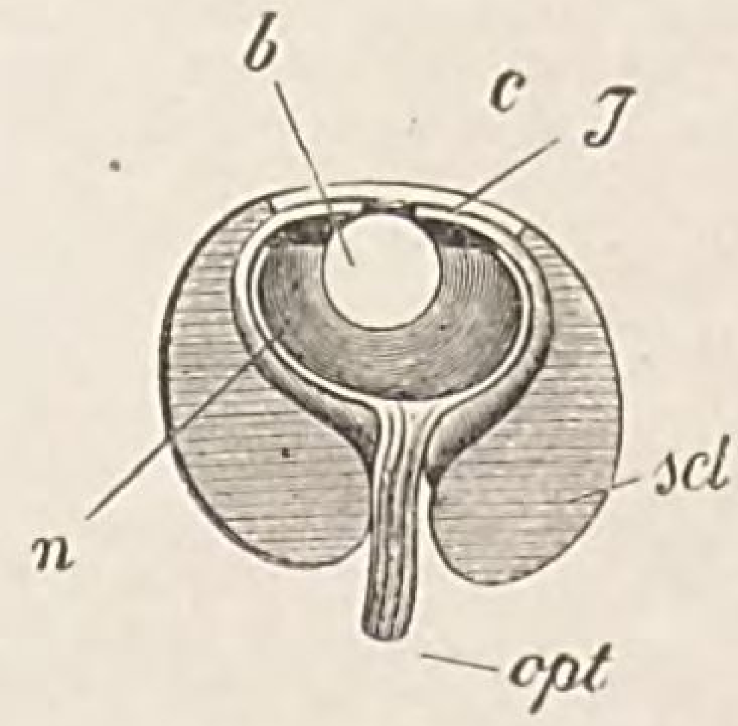


Fig. 593. Durchschnitt des Auges von Acipenser Sturio. *opt* Nervus opticus. *c* Cornea. *sci* Knorpelige Sclerotica. *J* Iris. *b* Linse. *n* Nervenhaut.

Wiederkäuer, Einhufer, Carnivoren u. a. auch bei Nacht ihre Nahrung suchen müssen. Durch Reflexion der durch die Retina gegangenen Lichtstrahlen wird letztere durch diese noch einmal erregt, so dass dieselbe Wirkung erreicht wird, als wenn eine noch einmal so grosse Lichtquantität oder

38*

ein noch einmal so intensives Licht eingeführt worden wäre. Bei einer Lichtintensität, bei welcher der Mensch und die des Tapetum entbehrenden Wirbelthiere nicht mehr äussere Gegenstände unterscheiden können, vermögen Thiere, die sich des Besitzes eines solchen erfreuen dürfen, sehr wohl noch Objekte zu erkennen. Unter den Vögeln kommt das Tapetum nur bei den Straussen vor; dagegen ist es verbreiteter bei den Fischen, namentlich den Selachiern, wo indess sein Silberglanz durch nadelförmige Krystalle veranlasst wird, die in Zellen des Tapetums abgelagert sind.

Bei den Vögeln erhebt sich an der Innenfläche der Chorioïdea neben und nach aussen von dem Uebergang des Sehnerven in die Retina ein kammartiger, gefässreicher und mit Pigment belegter, faltiger, fächerartiger Fortsatz, der sogenannte Kamm (*Pecten*) (Fig. 594 *pct*), welcher, gegenüber der Einwirkung des directen Sonnenlichtes, der Retina als beschattender Schirm zu dienen scheint. Bei den Nachtvögeln ist er kleiner und bei Apteryx, welcher eine ganz nächtliche Lebensweise führt, fehlt er ganz.

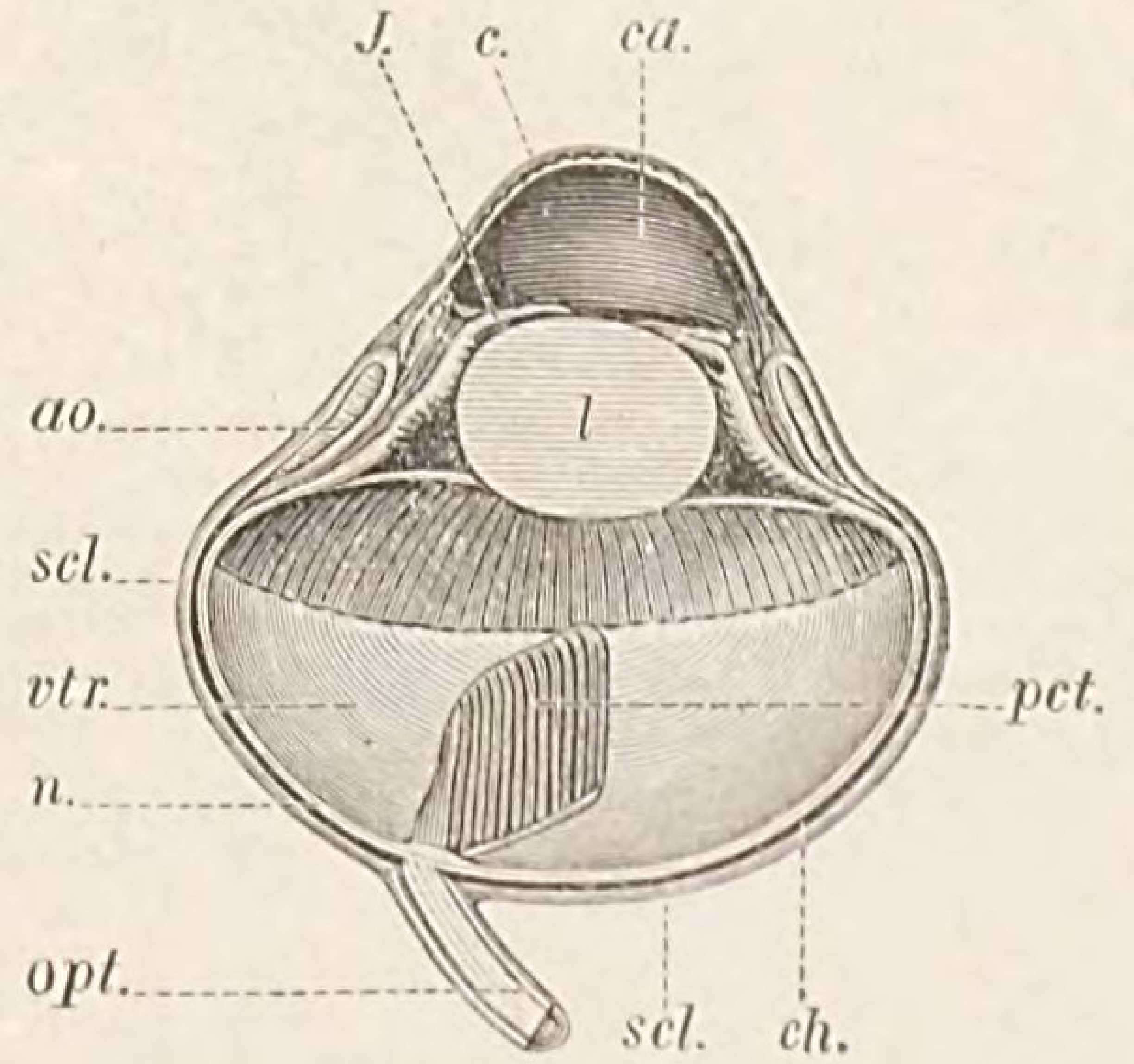


Fig. 594. Durchschnitt des Auges von Falco buteo. Bezeichnung, wie bisher. *ao* Knochenring (*Annulus oss. scleroticae*). *pct* der Kamm im Vogelauge (*Pecten*).

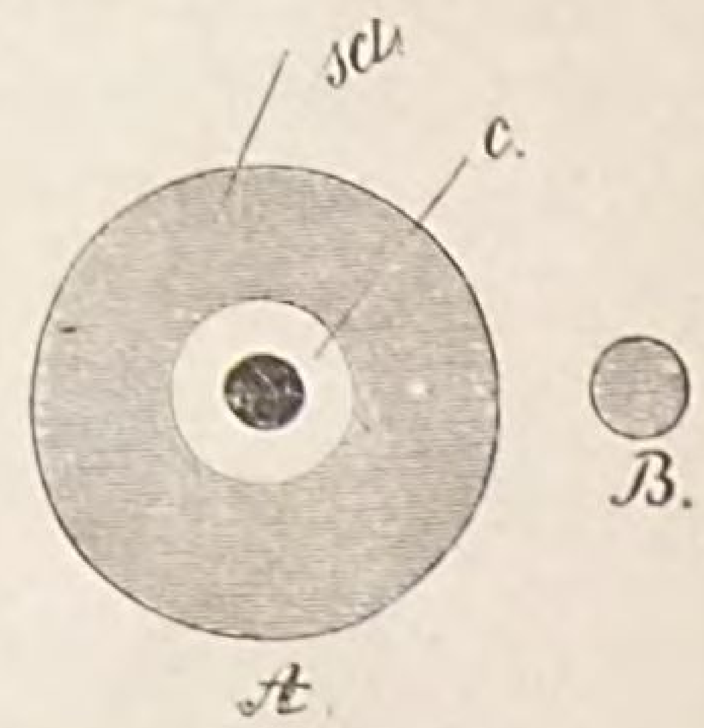


Fig. 595. Augapfel von Testudo midas von vorn (*A*). *scl* Sclerotica. *c* Cornea mit dahinter liegender Iris und Pupille. *B* Die kugelige Linse desselben.

Eine verwandte Bildung stellt der sichelförmige Fortsatz *(Processus falciformis)* vieler Amphibien, namentlich Saurier und vieler Fische (Fig. 595) dar. Derselbe besteht aus einer Arterie, Vene, einem Nerven und einer scheidartig das Ganze umgebenden Membran, welche eine Fortsetzung der Chorioïdea ist (Leydig). Durch den Glaskörper gegen die hintere Fläche der Linsenkapsel ziehend, schwillt er bei manchen Fischen unter Aufnahme von glatten Muskelfasern vor seiner Befestigung an letztere etwas kolbig an und bildet damit die sog. Campanula Halleri.

Die Aussenseite der Chorioïdea trägt auch noch jene Muskellage, welche sonst Ligamentum ciliare, oder Orbiculus ciliaris genannt wird und den Musc. ciliaris darstellt.

Als bemerkenswerthe Bildung des Auges vieler Knochenfische ist

das Vorkommen eines der Chorioïdea äusserlich anliegenden amphicentrischen Wundernetzes hervorzuheben, welches die sog. Chorioïdealdrüse darstellt (Fig. 595).

Die Musculatur der Iris, unter deren Einfluss die Veränderung der Weite der Pupille steht, besteht im Allgemeinen aus unwillkürlichen glatten Muskelfasern. Nur bei den Vögeln und beschuppten Amphibien sind es quergestreifte Fasern. Die Pupille ist, wenn auch bei den meisten, so doch nicht bei allen Wirbelthieren von runder Gestalt; bei manchen stellt sie eine ovale, spaltförmige Oeffnung dar, welche bei Wiederkäuern, Einhufern, Batrachiern quer, bei carnivoren Säugethieren, Crocodilen und Ophidiern eine senkrechte Stellung hat u. bei Plagiostomen bald in querer, bald senkrechter Stellung angetroffen wird. Eine doppelte Pupille kommt nur bei Anableps tetrophthalmus vor (Fig. 596), wo indess die Duplicität häufig nur dadurch veranlasst wird, dass über die Cornea, hinter welcher eine einfache Pupille stehen kann, ein undurchsichtiger Streifen der Cutis hinweg sich spannt, welcher jene in zwei Abtheilungen scheidet, die wie eine dopp. Pupille sich ausnehmen.

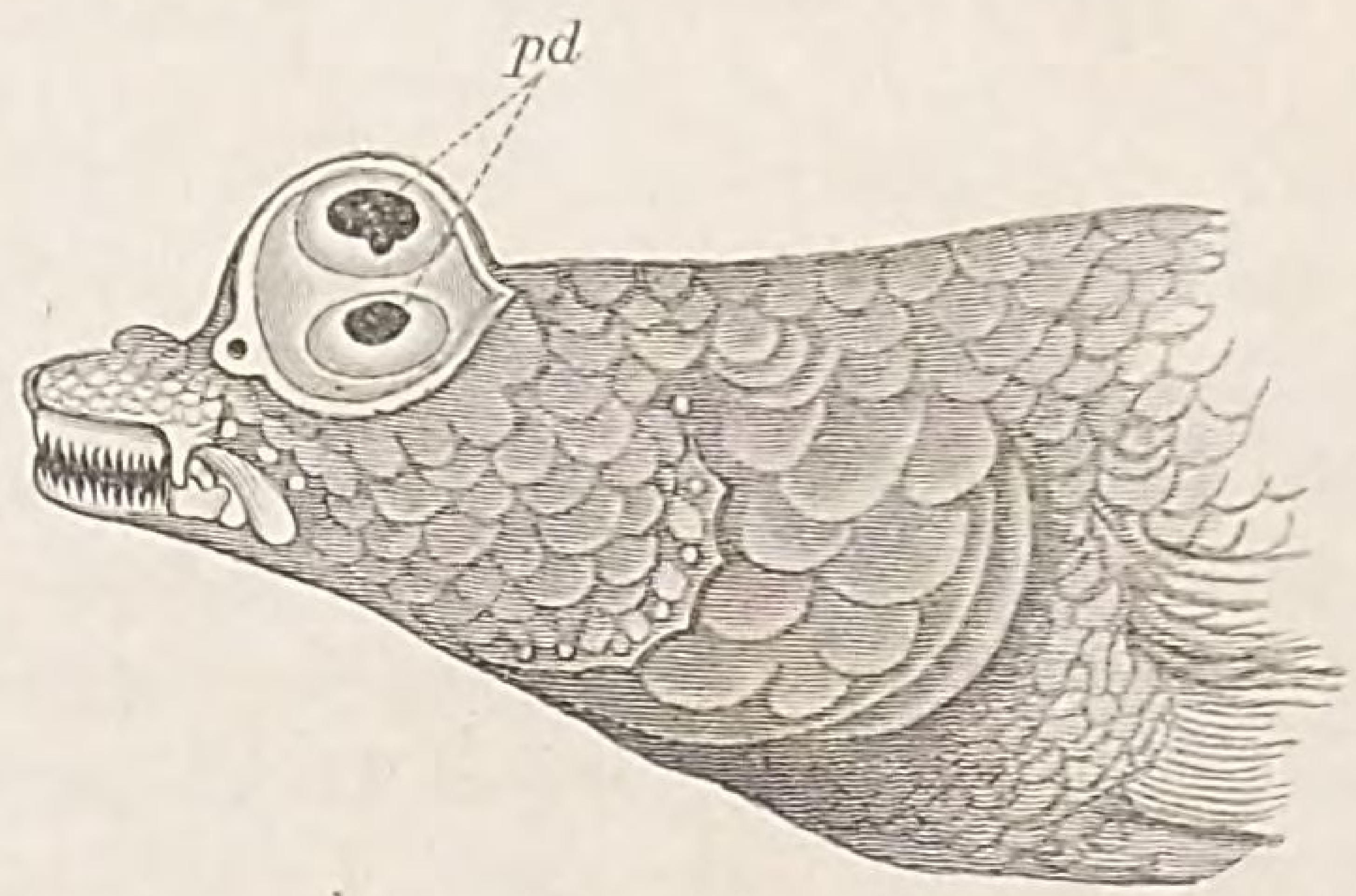


Fig. 596. Kopf von Anableps tetrophthalmus. *pd* doppelte Pupille (*Pupilla duplex*).

Die Nervenhaut (*Retina*), die membranöse Ausbreitung des Sehnerven besteht in der Richtung von innen nach aussen aus einer Anzahl von Schichten scheinbar differenter Formelemente, die aber doch alle unter einander zusammenhängen und als Endgebilde der Fasern des N. opt. sich darstellen. Die letzteren liegen zu innerst, von dem Glaskörper nur durch eine homogene Grenzmembran geschieden. Sie stehen zunächst mit Nervenzellen in Verbindung, welche eine der Nervenfaserschichte sich anschliessende, weiterfolgende Lage darstellen. Feine Ausläufer dieser Nervenzellen gehen dann in der Richtung nach aussen wiederholt in kleinere zellige Gebilde über, deren Ausläufer schliesslich mit den sog. Stäbchen (*Bacilli*) und Zapfen (*Coni*) enden. Während die kleinen Zellen die sog. Körnerschichten bilden, erzeugen die Endtheile, die Stäbchen u. Zapfen, die äussere sog. Stäbchenschichte, die unmittelbar an die Pigmentlage der Chorioïdea angrenzt. Alle diese Theile stellen nervöse Endgebilde der Sehnervenfasern dar, die durchsetzt und getragen werden von einem stützenden Fasergerüst, mit welchem jene die Retina gemeinsam zusammensetzen.

An der Stelle, wo der Brennpunkt der durch die lichtbrechenden Medien zusammengebrochenen Lichtstrahlen die Nervenhaut trifft, und welche

etwas nach aussen von der sog. Papilla nervi optici, d. h. dem Uebergang des Sehnerven in die Retina liegt, zeigt sich letztere gelblich gefärbt, was den sog. gelben Fleck (*Macula lutea*) darstellt, der indess nur beim Menschen und zum Theil auch bei Affen, nicht aber bei andern Wirbelthieren sich vorfindet. Da er auch bei Neugeborenen noch nicht sich findet, so scheint die Annahme Berechtigung zu haben, dass er die Folge der durch den aufrechten Gang besonders begünstigten direkten Einwirkung des Sonnenlichtes auf die Retina sei.

b) *Hülfsorgane des Auges der Wirbelthiere.*

Diese bestehen 1) aus dem Muskelapparat des Augapfels, 2) aus den Augenlidern zum Schutze des Auges und 3) dem Thränenapparat, zur Anfeuchtung der Berührungsflächen des Auges und der Augenlider dienend und dadurch die Bewegung dieser erleichternd.

aa) Muskeln des Augapfels.

Mit Ausnahme derjenigen Fälle, wo das Auge, wie unter den Säugethieren bei Talpa cœca, Scalops, Chrysochloris, welche in der Erde leben, und bei den mehr parasitisch lebenden Myxinoiden, wo das Auge sehr rudimentär ist und demgemäss auch der zu seiner Bewegung dienende Muskelapparat verkümmert ist — oder selbst wie bei Amphioxus gänzlich fehlt —, besteht der Muskelapparat des Augapfels aus den auch beim Menschen vorhandenen 6 Augenmuskeln, nämlich aus 4 graden (*Mi. recti*) und 2 schrägen (*Mi. obliqui*).

Bei allen Fischen finden sich die 6 Augenmuskeln vor (Fig. 597). Die 4 graden entspringen aus dem hintern Theil der Augenhöhle und sind bei manchen Knochenfischen selbst in einen Canal der Basis cranii eingelegt. Bei den Plagiostomen steht der Augapfel auf einem Knorpelstiel, auf welchem er durch 4 grade und 2 schräge Muskeln bewegt wird.

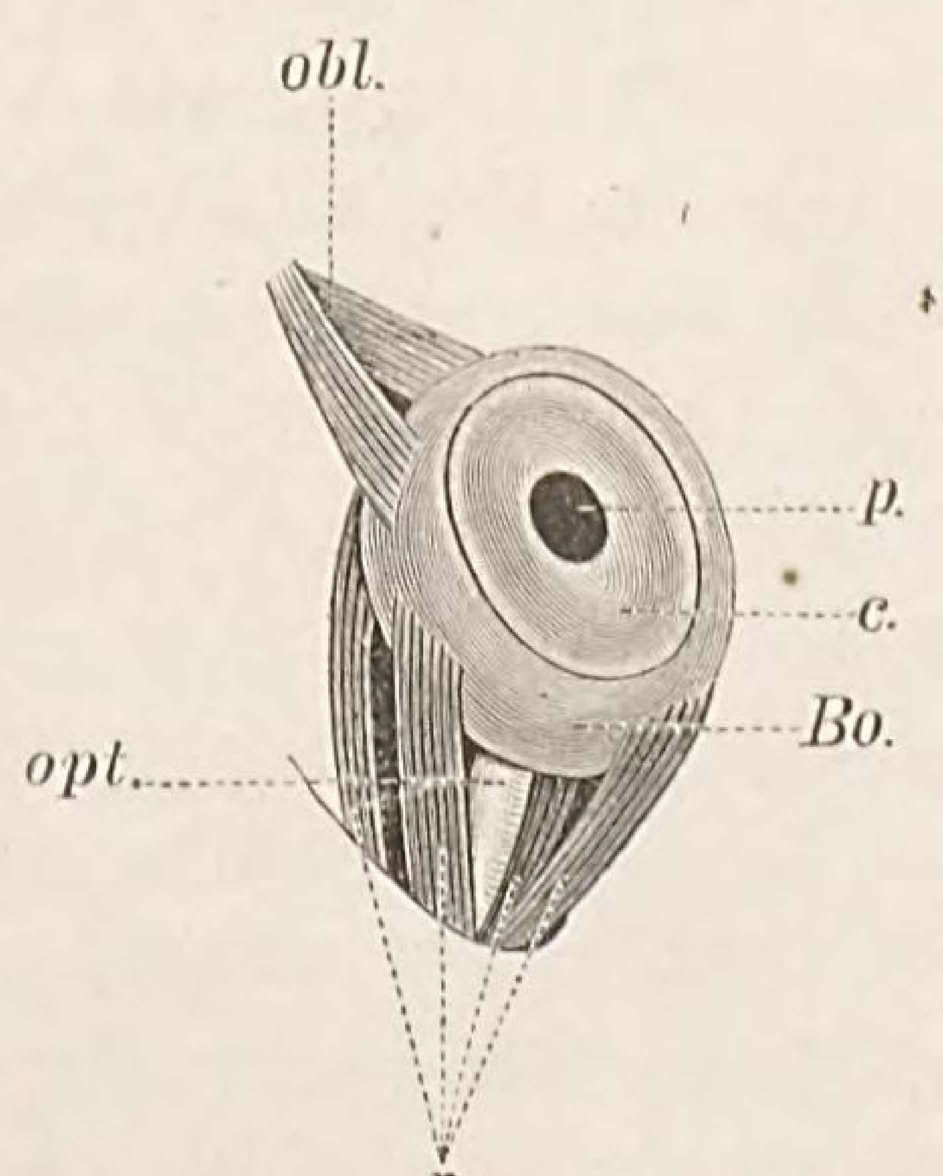


Fig. 597. Augapfelmuskeln vom Hecht (*Esox lucius*). *Bo* Augapfel (*Bulbus oculi*). *c* Die flache Cornea mit der Iris dahinter. *p* Pupille. *opt* Nerv. opticus. *r* Grade Augenmuskeln (*Musculi recti*). *obl* Musculi obliqui.

Bei den Amphibien, Vögeln und Säugethieren finden sich gleichfalls diese 6 Augenmuskeln vor, nur haben unter den beschuppten Amphibien die Chelonier und Saurier und unter den nackten Amphibien die Frösche, und dann sämmtliche Säugethiere, mit Ausnahme der Affen, noch einen siebenten Muskel — den Musculus retractor s. suspensorius bulbi (Fig. 598),

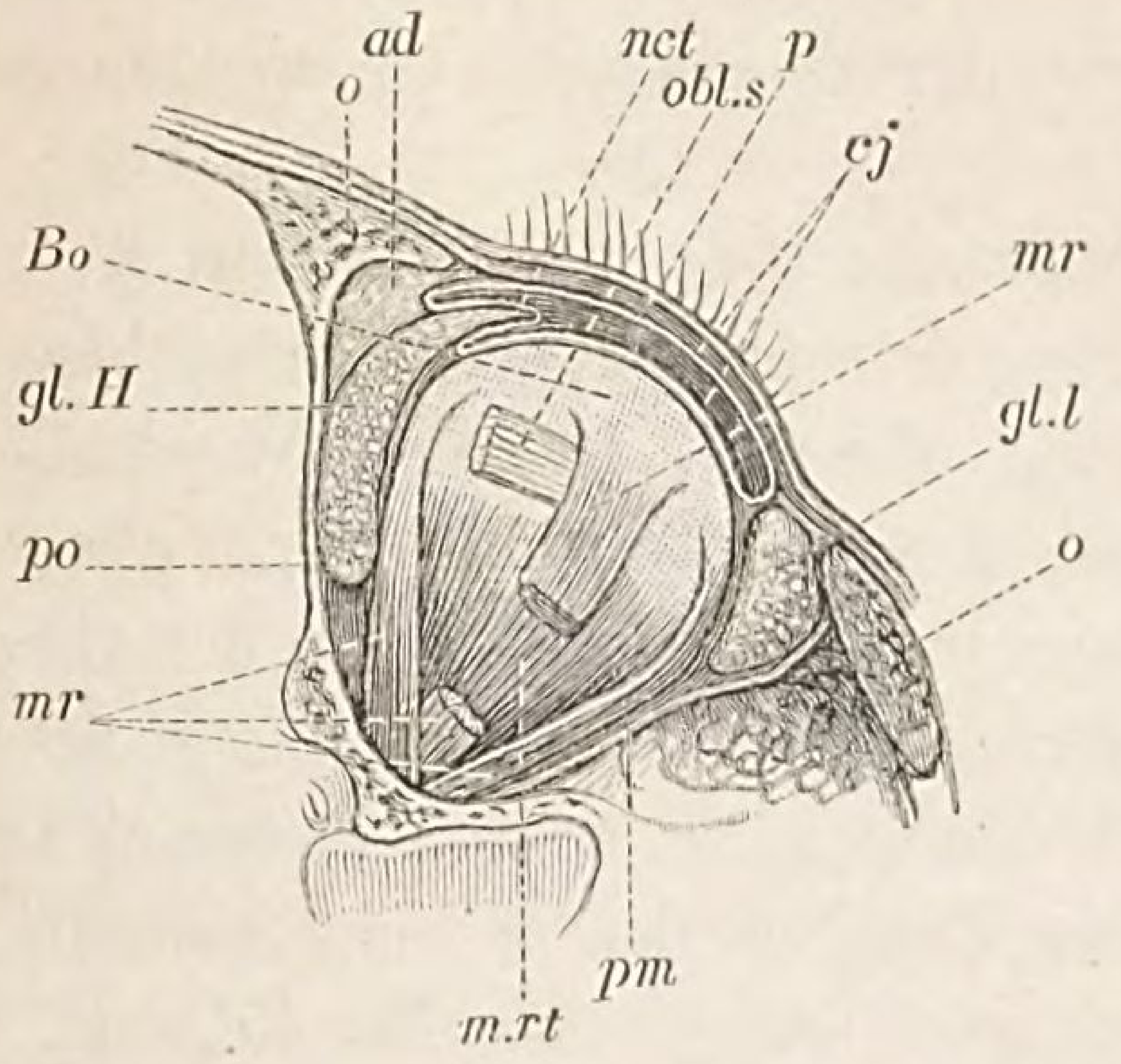


Fig. 598. Muskeln des Augapfels, Thränendrüsen und Nickhaut vom jungen Pferd (*Equus cab.*). *Bo* Augapfel. *mr* Musculi recti. *obl.s* Musc. obliquus oculi superior. *m.rt* Musculus retractor bulbi. *o* Innerer und äusserer knöcherner Augenhöhlenrand. *po* Innere knöcherne Augenhöhlenwand. *pm* Aeussere (*temporale*) häutige Wand der Orbita. *p* Oberes Augenlid im horizontalen Durchschnitt. *cj* Conjunctivalsack. *nct* Nickhaut im Durchschnitt. *gl.H* Harder'sche Drüse. *ad* Fett. *gl.l* Thränendrüse.

welcher von trichterförmiger Gestalt den Sehnerven und hintern Theil des Augapfels umfasst und letzteren tiefer in die Augenhöhle zurückzuziehen bestimmt ist. Bei manchen Thieren, namentlich Carnivoren ist er vierspaltig und stellt dann eine Wiederholung der vier Recti dar. Beim Frosch ist er gleichsam nur eine Verstärkung oder ein besonderes Bündel des M. rect. externus.

Mit der Anwesenheit dieses M. retractor bulbi steht auch der Mangel der Schläfenwand der Augenhöhle bei diesen Thieren und der Ersatz derselben durch eine elastische Haut in Beziehung (Fig. 598 *pm*). Daher bei den Affen, denen, wie dem Menschen, dieser Muskel abgeht, die Augenhöhle, gleich wie bei diesem, auch nach der Schläfenseite wieder geschlossen ist und eine knöcherne Wand, statt einer häutigen, hat.

bb) Augenlider (*Palpebrae*).

Sie lagern sich schützend vor das Auge und stellen Duplicaturen einer blindsackartigen Einstülpung der äussern Haut dar, deren blinder Grund die vordere Fläche des Augapfels überzieht. Da hiedurch letzterer mit den Augenlidern verbunden wird, hat man diese häutige Einstülpung Bindehaut (*Conjunctiva*), auch Bindhautsack genannt, woran man den, die innere Platte der Augenlider bildenden Theil als Conjunctiva palpebrarum unterschied, gegenüber dem das Auge vorn bekleidenden Theil, den man Conjunctiva bulbi nannte.

Die Ausbildung und Zahl der Augenlider ist bei den Wirbelthieren sehr ungleich. Die meisten haben, wie der Mensch, zwei Augenlider; bei manchen finden sich drei vor, und wieder andere besitzen gar keine.

Letzterer Fall, der Mangel der Augenlider, findet sich bei den Fischen, bei welchen die Cutis um das Auge nur eine niedrige, unbewegliche ringförmige Falte bildet. Etwas stärker vorspringende Falten, die schon mehr so gelagert sind, dass man sie als Andeutung von einem obern und untern Augenlid ansehen kann, treten bei den Selachiern auf.

Bei Anableps tetrophthalmus (Fig. 596) zieht die Cutis in Form eines

schmalen Streifens so über das Auge, dass dadurch die Cornea in zwei Abtheilungen geschieden wird und daher der Schein eines Doppelauges veranlasst wird.

Unter den nackten Amphibien haben alle Perennibranchiaten und von den Batrachiern Pipa, und von den beschuppten Amphibien die Ophidier und manche Saurier, wie Gecko, keine Augenlider. Hier geht entweder die Cutis verdünnt, ohne Faltenbildung und ohne Einstülpung über die Vorderfläche des Auges hinweg, oder, wie bei den Geckonen und Ophidiern, hatte sich ursprünglich durch Einstülpung ein Conjunctivalsack gebildet, aber seine Verbindung nach aussen — die Augenlidspalte — wieder geschlossen, so dass es den Schein gewann, als ob die Cutis mit der Epidermis, ohne Bildung einer Einstülpung, ohne Duplicaturbildung, über das Auge sich wegziehe. Daher kommt es, dass hinter der ununterbrochen über das Auge wegziehenden Cutis dennoch ein Conjunctivalsack sich befindet, in den die Thränen ergossen und durch einen Thränengang nach der Nasenhöhle abgeführt werden.

Alle übrigen Wirbelthiere haben nun wenigstens 2 bewegliche Augenlider, ein oberes und ein unteres, die durch besondere Muskeln bewegt werden können. Das obere wird durch einen Levator palpebrae sup. gehoben, das untere meistens auch durch einen Depressor (Fig. 599) gesenkt, und durch einen Orbicularis werden beide einander genähert, d. h. die Augenlidspalte geschlossen.

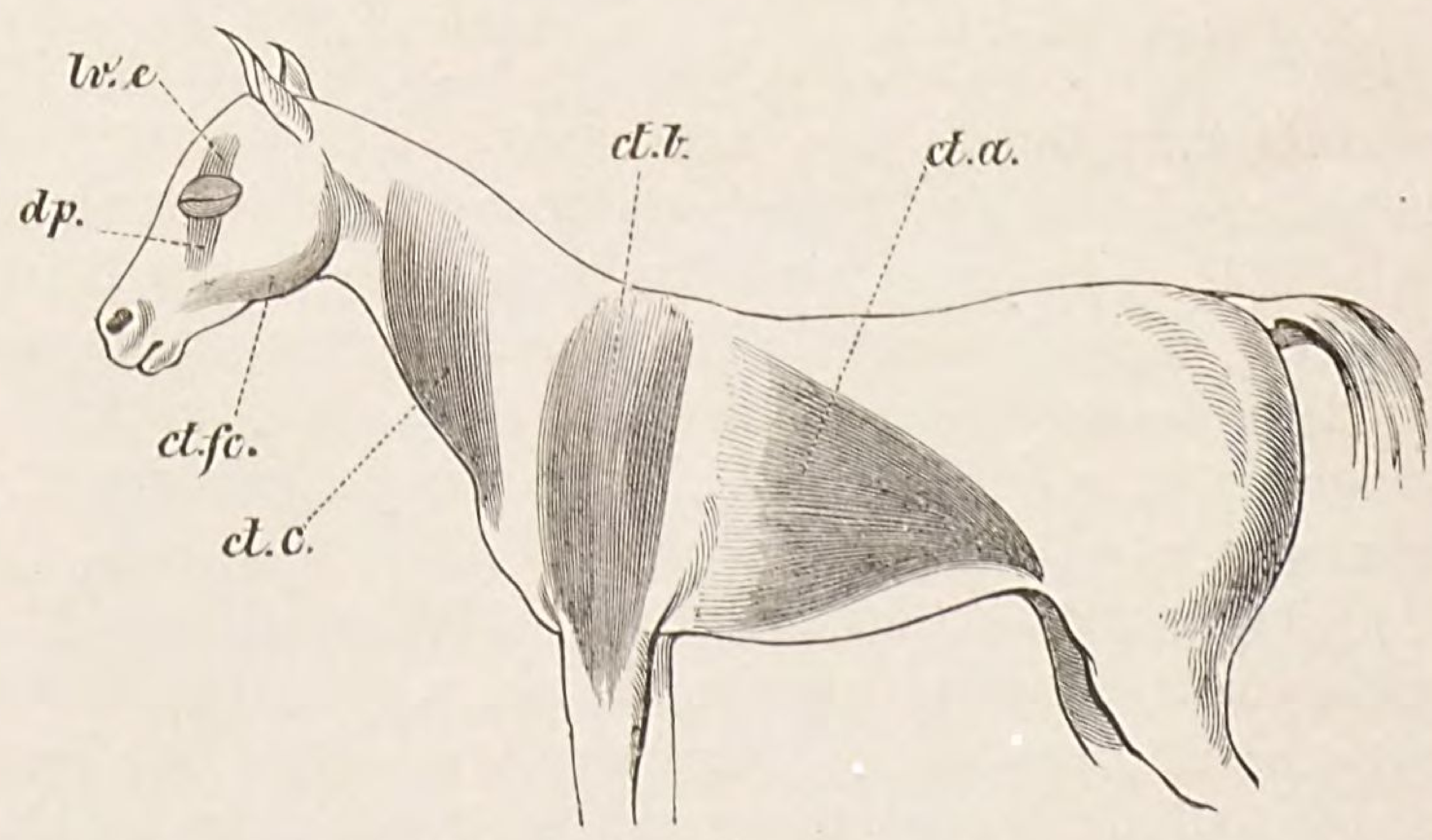


Fig. 599. Hautmuskeln des Pferdes (nach Gurlt). *ct.a* Hautmuskel des Bauches. *ct.b* Schulterhautmuskel. *ct.c* Halshautmuskel. *ct.fc* Antlitzhautmuskel. *lv.e* Aeusserer Heber des oberen Augenlides (*Levator palpebrae superioris externus*). *dp* Depressor palpebrae inferioris.

Bei den Einhufern und Wiederkäuern hat das obere Augenlid noch einen zweiten, äussern Heber (*Levator externus*, Fig. 599). Das

Chamaeleon hat ein ringförmiges Augenlid, so dass die Augenlidspalte eine pupillenähnliche Oeffnung darstellt.

Ein drittes Augenlid (*Palpebra tertia*) oder die Nickhaut (*Membrana nictitans*), welches vertical steht, hinter dem innern Ende der beiden andern liegt und vom innern Augenwinkel aus über das Auge weg bewegt werden kann, haben alle Vögel und unter den Amphibien die Chelonier, Crocodile, die meisten Saurier und unter den Batrachiern der Frosch. Auch die meisten Säugethiere haben noch ein solches drittes Augenlid, allein es ist schon zurückgebildet und kann nicht mehr ganz vor das Auge geschoben werden.

Bei ersteren, wo die Nickhaut ganz vor das Auge geschoben werden kann, besitzt dieselbe einen besonderen Muskelapparat zur Vermittlung dieser Bewegungen, während bei den Säugethieren diese Bewegungen ohne Muskeln, durch einen eigenen Mechanismus bewirkt werden. Wo die Bewegungen ganz wegfallen, ist das dritte Augenlid, wie beim Menschen, auf die Plica semilunaris conjunctivae zurückgebildet (Affen).

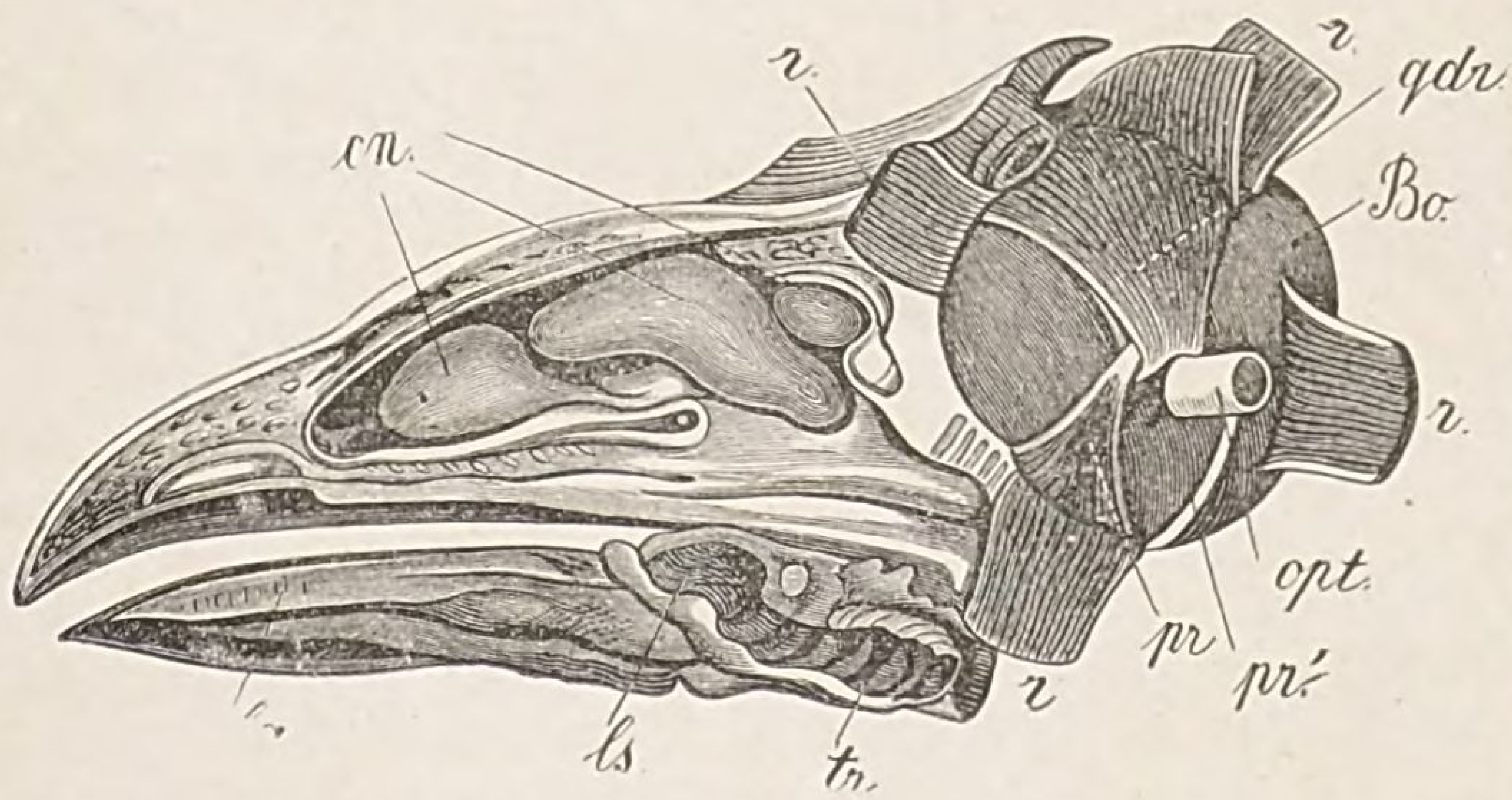


Fig. 600. Nasen- und Mundhöhle im Längsdurchschnitt; Muskelapparat der Nickhaut von Meleagris gallopavo (theilweise nach C. G. Carus). *cn* Nasenmuscheln. *lg* Zunge. *ls* Oberer Kehlkopf (*Larynx superior*). *tr* Trachea. *Bo* Augapfel. *opt* Nerv. opticus. *r* Musculi recti. *qdr* Musc. quadratus. *pr* Musculus pyriformis. *pr'* Sehne desselben.

Die Muskeln, welche bei den Vögeln (Fig. 600) die Nickhaut bewegen, d. h. vor das Auge ziehen, sind 1) ein Musculus pyriformis, und 2) ein Musculus quadratus, durch dessen Rand die Sehne des ersteren, wie durch eine Rolle, verläuft und schliesslich an die Nickhaut sich befestigt.

Aehnlich ist der Muskelapparat bei den Amphibien. Nur fehlt diesen der M. quadratus und es geht statt dessen ein Sehnenbündel des M. pyriformis zum äussern Ende des obern Augenlides.

Bei den Säugethieren fehlt jede Muskulatur zur Bewegung der Nickhaut. Diese wird in Folge der Verdickung ihres hintern Randes durch

Zurückziehen des Augapfels in die Augenhöhle mittelst des Retractor bulbi mechanisch nach vorn verschoben. Daher auch die Bewegung sehr viel unvollkommener ist, als bei den Vögeln und die Nickhaut nicht die Hälfte des Auges zu decken im Stande ist.

cc) Thränenapparat.

Dieser besteht 1) aus den Thränenabsonderungsorganen — Thränendrüse (*Gl. lacrymalis*) (Fig. 598 *gl.l*), — 2) aus den in den Conjunctivalsack, meistens über dem äussern Augenwinkel, mündenden Ausführungsgängen (*Ductus lacrymales*) derselben, 3) aus den, an den innern Enden der Augenlidränder mit den Puncta lacrymalia beginnenden zwei Thränenkanälchen (*Canaliculi lacrymales*), 4) aus dem, die vorhergehenden aufnehmenden Thränensack (*Saccus lacrymalis*) und 5) aus dem Thränennasengang (*Ductus naso-lacrymalis*), welcher als Fortsetzung des vorhergehenden die zugeführte Thränenflüssigkeit nach der Nasenhöhle ableitet.

Die Entwicklung dieses ganzen Apparates ist besonders von der Ausbildung der Augenlider abhängig, deren Bewegungen durch die Thränenfeuchtigkeit erleichtert und begünstigt werden sollen.

Wo keine Augenlider vorhanden sind, wird auch dieser Thränenapparat überflüssig sein. Daher bei den Fischen, die ohne Augenlider sind, dieser Apparat vollständig fehlt. Das Gleiche findet sich auch bei denjenigen Amphibien, wie Perennibranchiaten und Pipa, wo keine Augenlidbildung besteht, während bei den Schlangen und Geckonen derselbe vorhanden ist, indem in den hinter der Cutis liegenden Conjunctivalsack die Thränen ergossen und nach der Nasenhöhle abgeführt werden.

So ist der Apparat auch bei allen übrigen Wirbelthieren vorhanden. Nur die Batrachier, obwohl sie Augenlider haben, entbehren der Thränendrüsen und des übrigen Apparates. Dies mag seinen Grund in dem Aufenthalt im Wasser haben, wodurch auch ohne Thränendrüsensecret eine genügende Anfeuchtung stattfindet.

Bei den Thieren, die ein drittes Augenlid haben, ist der Absonderungsapparat um eine Drüse — Harder'sche Drüse, — innere Thränendrüse — vermehrt (Fig. 598 *gl.H*), welche hinter dem innern Augenwinkel ihre Lage hat und mit ihrem Ausführungsgang unter die Nickhaut mündet. Bei den Säugethieren mit Nickhaut bewirkt diese die Verdickung ihres hintern Randes (Fig. 598 *gl.H*) (fälschlich als knorpelige Verdickung betrachtet), mit deren Hülfe beim Rückwärtsziehen des Augapfels durch den Retractor bulbi die Verschiebung der Nickhaut nach vorn erfolgt.

2. Sehapparat der wirbellosen Thiere.

Bei den niedrigsten Abtheilungen, wie bei den Protozoen und niedern Formen der Coelenteraten, werden besondere Sehorgane ebensowohl, wie ein Nervensystem, vermisst, und wenn bei höheren Formen solche sich auch vorfinden, dienen sie doch oft nicht zur Wahrnehmung äusserer Objecte, sondern nur zur Unterscheidung von Licht und Dunkel. Sie bestehen in solchen Fällen auch meistens nur aus einem, an einer Stelle der Körperoberfläche endenden, durch Licht erregbaren Nerven, der dann einen Sehnerven darstellt. Unterscheidbar von andern nerventragenden Stellen der äussern Bedeckungen wäre aber das Sehorgan hier nicht, wenn nicht in der Regel die das Sehnervenende enthaltende Stelle noch mehr oder weniger von einem schwarzen oder sonst farbigen Pigment durchsetzt wäre. Wo also solche Pigmentflecke der Körperoberfläche unter sich die Ausbreitung eines Nerven haben, sieht man dies als die einfachste Anlage eines Sehorgans an.

Wo indess ein Sehorgan die Unterscheidung äusserer Objecte, also wirkliches Sehen, möglich machen soll, da ist ausser dem Sehnerven dann auch noch ein lichtbrechender Körper durchaus erforderlich, durch den die Lichtstrahlen, die von den äusseren Gegenständen ausgehen, auf einen Punkt wieder zusammen gebrochen werden, um dadurch ein dem äussern Gegenstand entsprechendes Bild herzustellen.

Erst solche Einrichtungen stellen wirkliche Augen, wenn sie auch noch so einfach sind, dar. — Das Ende des Sehnerven geht in diesen Fällen in der Regel in eine Art Retina aus, die aus den Enden seiner Faserelemente, aus mehr oder weniger mächtigen Lagen Nervenzellen und aus stäbchenartigen Endgebilden zu bestehen pflegt, vor welchen lichtperci-

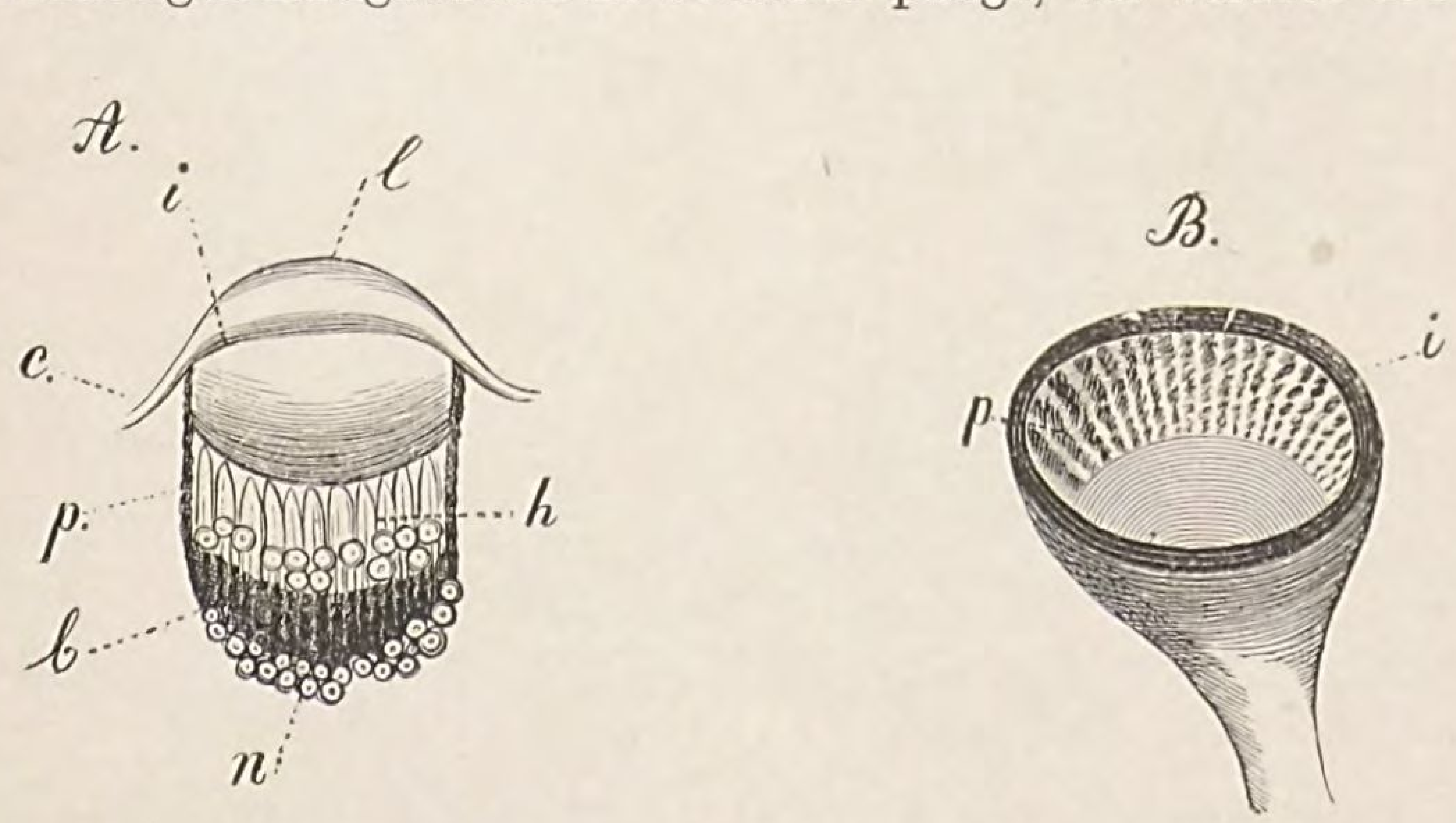


Fig. 601. *A.* Auge von Salticus im senkrechten Schnitt (nach Leydig). Geringe Vergrösserung. *c* Die allgemeine Chitinhaut des Körpers. *l* Die Krystalllinse. *p* Das Augenpigment. *h* Der sog. Glaskörper, der eigentlich das Ende der nervösen Elemente der Stäbchengebilde vorstellt. *b* Stäbchenschichte. *n* Zellenschicht der Retina. — *B.* Das Auge von derselben Spinne in gleicher Vergrösserung, wobei der Focus auf den Grund des Auges eingestellt wurde. *i* Der irisartige Pigmentgürtel. *p* Radiäre dunkle Pigmentstreifen.

pirenden Apparat sich sodann noch ein lichtbrechender Körper (Linse) lagert (Fig. 601 *A*). Um nur solche Lichtstrahlen zutreten zu lassen, welche durch die Linse gehen, wird die ganze Retina oder auch die einzelnen, sie bildenden stäbchenartigen Bildungen von Pigment scheidenartig umgeben (Fig. 601 *B*). Die Bindegewebsscheide des Sehnerven kann sich zu einer das Ganze umschliessenden Augenkapsel (*Sclerotica*) umgestalten und mit den Bedeckungen den vordern Schluss (*Cornea*) des augapfelartigen Organs bilden. Wo der lichtpercipirende Apparat unmittelbar an die Linse sich anschliesst (Fig. 601 *A*), ist das Auge meistens nur für das Sehen in der Nähe verwendbar. Wo aber das Sehen auch auf entferntere Objecte berechnet ist, steht die Linse von der lichtpercipirenden Fläche mehr oder weniger ab und wird die Lücke zwischen denselben von einer Art Glaskörper ausgefüllt.

Solche sog. einfache Augen besitzen die meisten Wirbellosen. Ihre Zahl ist sehr verschieden. Auch die Lage zeigt Verschiedenheiten,

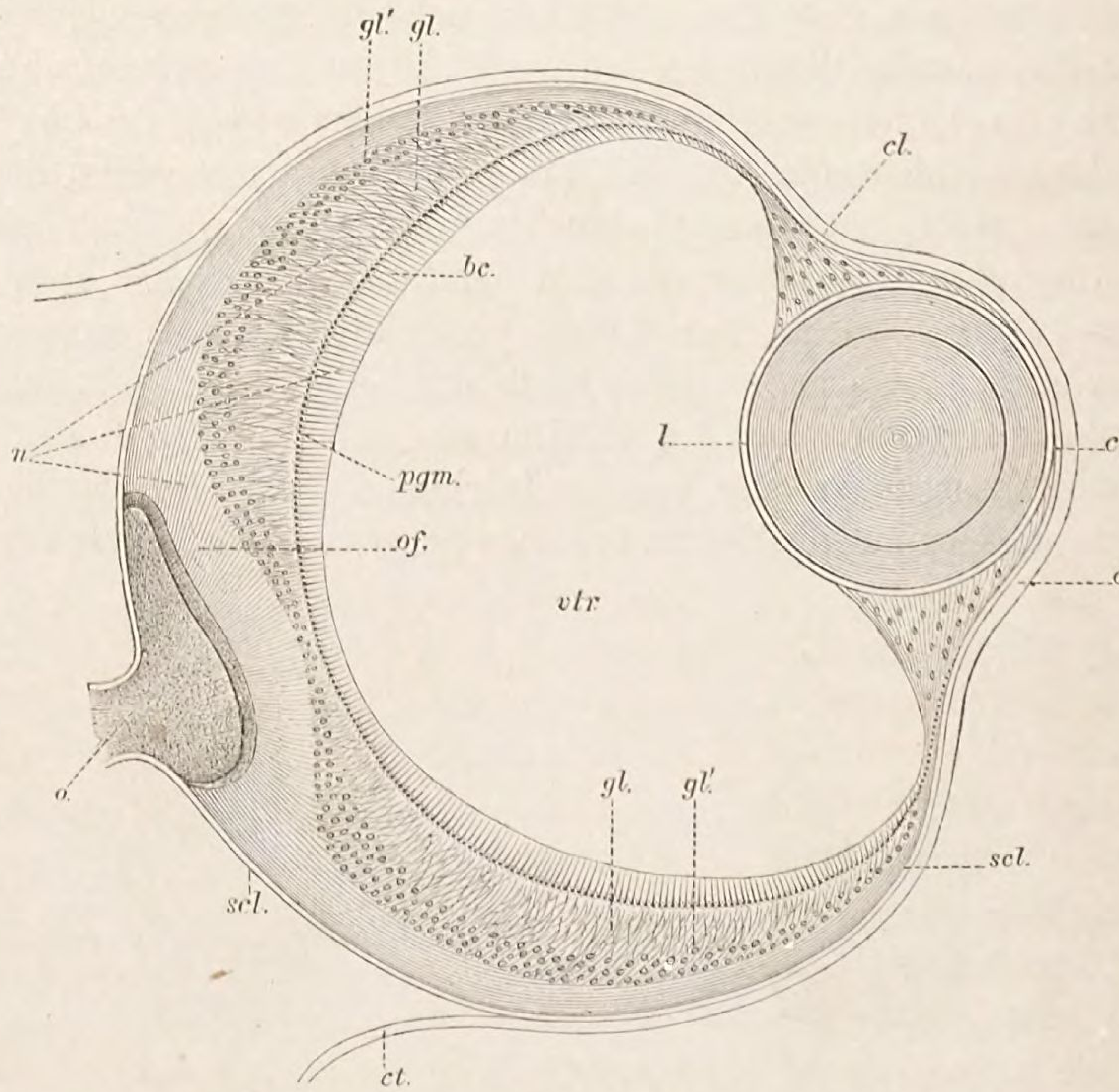


Fig. 602. Ein Alciopiden-Auge (*Nauphanta celox*, Greef), im horizontalen Durchschnitt, bei 60facher Vergrösserung (nach R. Greef). *ct* Aeussere Haut, das Auge überziehend. *crn scl* Aeussere Augenhaut oder Augenkapsel (*Cornea et sclerotica*). *o* Nerv. opticus. *l* Lens crystallina mit ihrer äussern und innern Schichte nebst Kapsel, von der sie umschlossen ist. *n* Retina. *of* Opticusfaserschichte. *gl* Kernhaltige Säulenschichte (Ganglienzellenschichte). *gl'* Kerne der Säulenschichte. *pgm* Pigmentschichte der Retina. *bc* Stäbchenschichte derselben. *cl* Kernhaltiger, oft netzförmig durchbrochener Ring, welcher die Linse umgibt und befestigt (*Corpus ciliare?*).

indem der Kopf durchaus nicht den ausschliesslichen Sitz derselben bildet. Auch das hintere Körperende und selbst jedes der übrigen Körper-Segmente kann, wie bei Polyphthalmus, Träger eines Augenpaares sein.

Bei einzelnen Wirbellosen können diese Augen einen so hohen Grad von Ausbildung erlangen, dass sie den Wirbelthieraugen sehr viel ähnlicher werden. So erlangt unter den Würmern das Auge der Alciopiden (Fig. 602) eine so hohe Ausbildung, dass es dem Wirbelthierauge sehr viel ähnlicher wird, als das der übrigen Würmer.

Indess noch ähnlicher dem Wirbelthierauge ist bei den Mollusken das der Cephalopoden (Fig. 603). Dieses baut sich auf aus einer Retina, die, als membranöse Entfaltung des Sehnerven, eine nach vorn offene Hohlkugel darstellt, in deren vordere Ausgangsöffnung der lichtbrechende Körper als kugelförmige Linse eingefügt und der dahinter befindliche Raum von einem Glaskörper ausgefüllt wird. Nach aussen von dieser nervösen häutigen Hohlkugel folgt eine zweite derbhäutige, welche der Chorioïdea homolog ist, deren innere Pigmentlage (*pgt*) jedoch von ihr sich trennt und zwischen die beiden Schichten der Retina sich legt. Das vordere Ende dieser Haut — die man wegen ihrer meistens festen derben Beschaffenheit oft unrichtig als Sclerotica ansieht — trägt die Iris, die an ihrer hintern Fläche von Pigment belegt ist. Auch ein an seiner hintern Fläche Pigment tragendes Corpus ciliare findet sich vor, welches die Chorioïdea und Retina an die Linse befestigt. Eine von einer Sclerotica und Cornea gebildete, die bisherigen Theile, wie im Wirbelthierauge, schützend umschliessende Kapsel fehlt hier und wird durch einen sehr ansehnlichen, den grössern

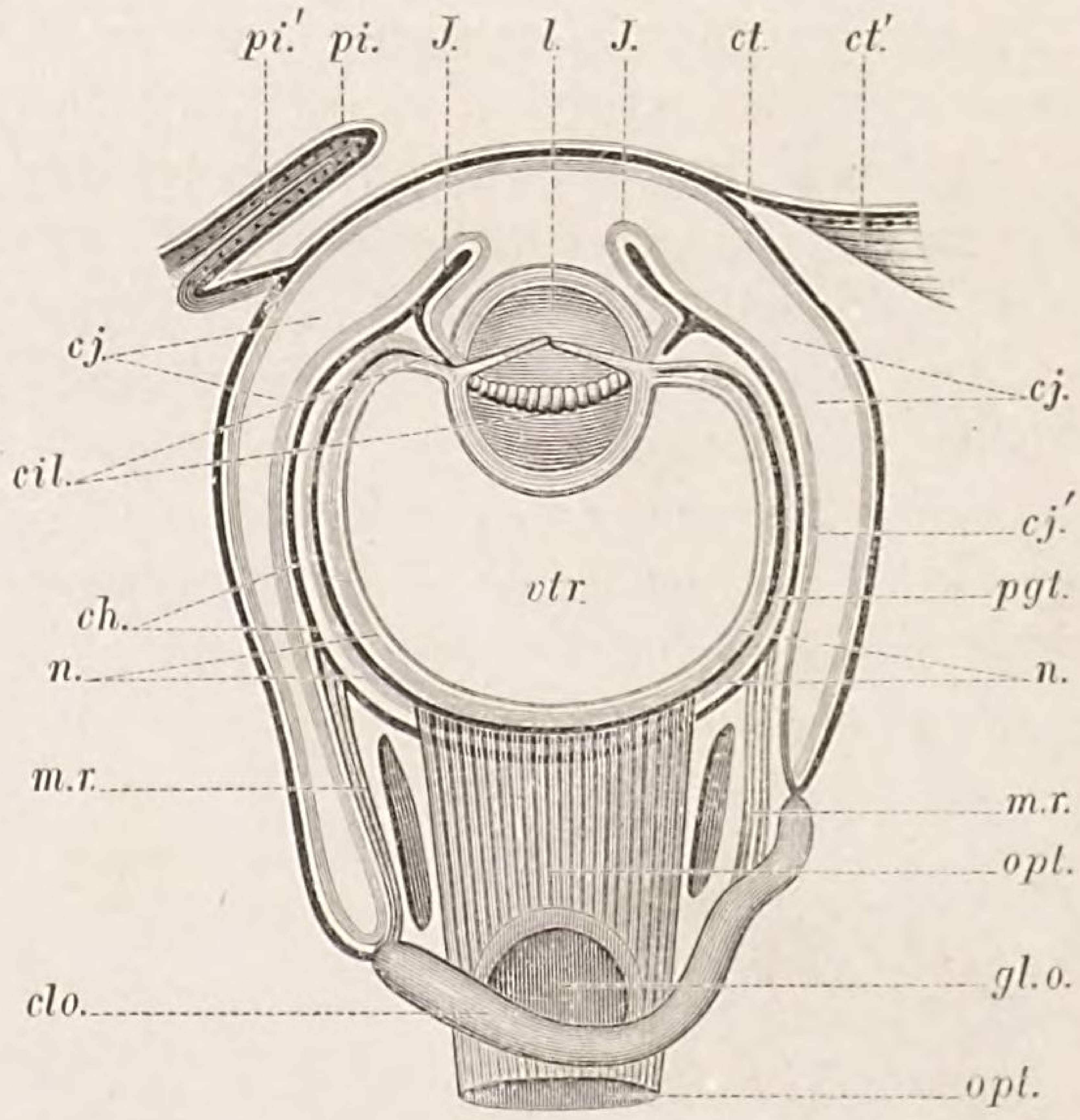


Fig. 603. Auge von Sepia officinalis (nach Valentin). *p* Unteres Augenlid. *pi'* Muskellage desselben. *ct* Aeussere Bedeckung (*Cutis*). *ct'* Tiefe Haut- und Muskelschichte. *cj* Conjunctivalsack, mit der Aussenwelt nur noch durch eine enge Oeffnung in Verbindung. *ch* Chorioïdea (fälschlich sog. Sclerotica), deren Pigment sich von ihr trennte und zwischen die Schichten der Nerve sich legte (*pgt*). In dem Holzschnitt zeigt *ch* die Richtung auf die Pigmentschichte, statt auf die Chorioïdea, welche von der äussern schwarzen Linie dargestellt ist. *cil* Corpus ciliare. *n* Aeussere und innere Schichte der Nervenhaut, die Pigmentlage (*pgt*) zwischen sich habend. *vtr* Glaskörper. *l* Krystalllinse. *opt* Sehnerv (*N. opt.*). *gl.o* Ganglion opticum. *clo* Augenhöhlenknorpel (*Cartilago orbitalis*), ein Theil des Kopfknorpels, eine grubenförmige Augenhöhle zur Aufnahme des Auges bildend. *m.r* Muskeln des Augapfels, vom Grunde des Augenhöhlenknorpels zur Aussenfläche des Augapfels (*Chorioïdea*) gehend.

Theil des Augapfels umschliessenden Conjunctivalsack (Fig. 603 *cj*) ersetzt. Da Sclerotica und Cornea fehlen, bekleidet der Augapfeltheil dieser Conjunctiva die Aussenfläche der Chorioïdea und Iris, um am Pupillenrand letzterer zu enden. Der auf der erstern aufliegende Theil (*cj*) zerfällt in zwei, durch einen gewissen Silberglanz ausgezeichnete Schichten, die man als Argentea externa und interna zu unterscheiden pflegt. Nach vorn ist dieser Conjunctivalsack nicht durch eine Augenlidspalte offen, sondern bis auf eine feine Oeffnung, durch welche Seewasser eindringen und den Bulbus bespülen kann, geschlossen, daher Augenlider kaum angedeutet sind. Nur ein unteres Augenlid, hinter welchem auch die Oeffnung des Conjunctivalsacks zu liegen pflegt, ist einigermassen ausgebildet und auch mit einer zu seiner Bewegung dienenden Muskulatur versehen.

Der ganze Augapfel ruht, wie in einer Augenhöhle, in einer Grube (Orbitalknorpel) (*clo*) des Kopfknorpels und kann seine Stellung durch Muskeln verändert werden, die, analog den graden Augenmuskeln der Wirbelthiere, aus dieser Knorpelgrube entspringen und an der Aussenfläche des Bulbus (nur hier, statt an der Sclerotica, an der Chorioïdea) sich ansetzen (Fig. 603 *m.r*).

Bei den Arthropoden und zwar bei den Insecten und Crustaceen tritt noch eine andere Augenform auf — das sog. facettirte Auge —, das namentlich für das Sehen in die Ferne berechnet ist und äusserlich von dem sonstigen Auge der Wirbellosen, sowie dem der Wirbelthiere auffällig verschieden erscheint (Fig. 604), aber in Wirklichkeit doch nur aus einer Zusammensetzung durch viele solcher einfacher Einzelaugen, deren jedes die Bedingungen zur Vermittlung einer Gesichtswahrnehmung enthält, hervorgeht; daher man sie auch zusammengesetzte Augen nennt, gegenüber den sonst vorkommenden, die man einfache zu bezeichnen pflegt. Da die einfachen meistens das Sehen in der Nähe vermitteln, so können beide auch an einem und demselben Thier, z. B. bei Insecten, vorkommen, wo letztere mehr die Führer bei der Nahrungsaufnahme, die zusammengesetzten dagegen die bei der Locomotion abgeben (Fig. 604 *cf os*).

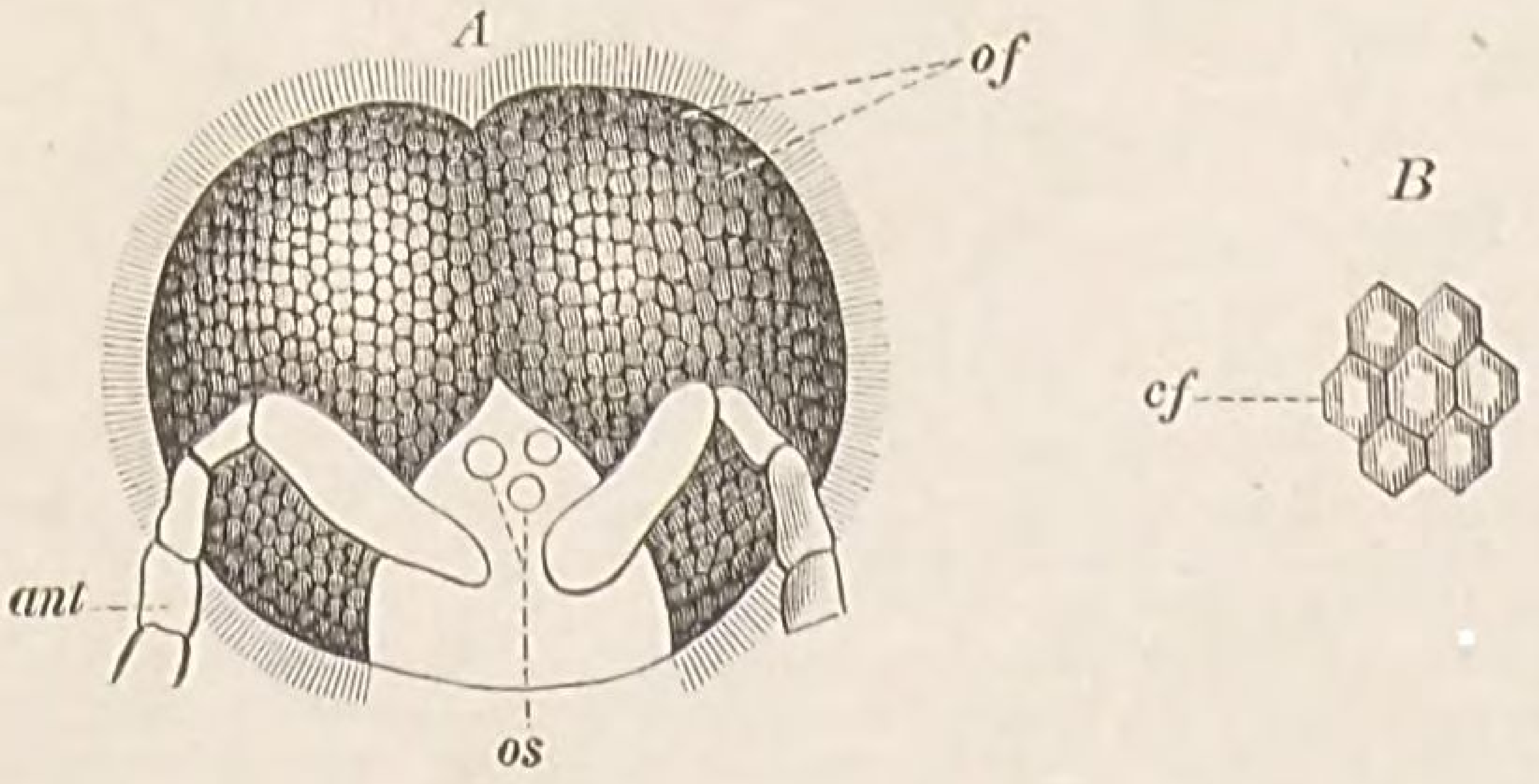


Fig. 604. *A* Kopf der Biene (*Apis*) mit den einfachen (*os*) und facettirten Augen (*of*). *ant* Antennen — *B cf* Hornhautfacetten.

Aus dem ganglionären Ende des Sehnerven (Fig. 605 *g.o*) gehen als Endgebilde der Opticusfasern die sog. Nervenstäbe in radiärer Richtung hervor, deren Enden zu durchsichtigen, klaren, das Licht stark brechenden

Kegeln — den sog. Krystallkegeln — anschwellen. Ein körniges Pigment umgibt diese stabförmigen Bildungen scheidenartig und selbst die Basis der Krystallkegel irisartig (Fig. 607), so dass die Lichtstrahlen nur durch diese Oeffnung Zutritt haben. Diese Krystallkegel sind den Stäbchen und Zapfen des Wirbelthierauges analoge lichtpercipirende Retinaelemente, stehen aber doch wohl auch mit der Lichtbrechung in näherer Beziehung. Denn obschon auf der Basis jedes Krystallkegels noch ein besonderer, meistens einer biconvexen, oft auch planconvexen Linse gleichender lichtbrechender Körper, die sog. Hornhautfacette — steht, welche aus der das Auge vorn überziehenden äussern Bedeckung hervor sich bildet (Fig. 605 *Fac*; Fig. 606 *c*), so fehlen doch den zusammengesetzten Augen mancher niedern Crustaceen solche Hornhautfacetten, wo also eine Lichtbrechung nur durch die Krystallkegel stattfinden kann. So lässt sich auch das Vorkommen von Muskelfasern, die längs der Krystallkegel verlaufen und an ihrer Basis endigen, begreifen, da diese wohl nur auf die Vermittlung einer Formveränderung der Krystallkegel berechnet sind, durch welche eine Art Accommodation möglich wird.

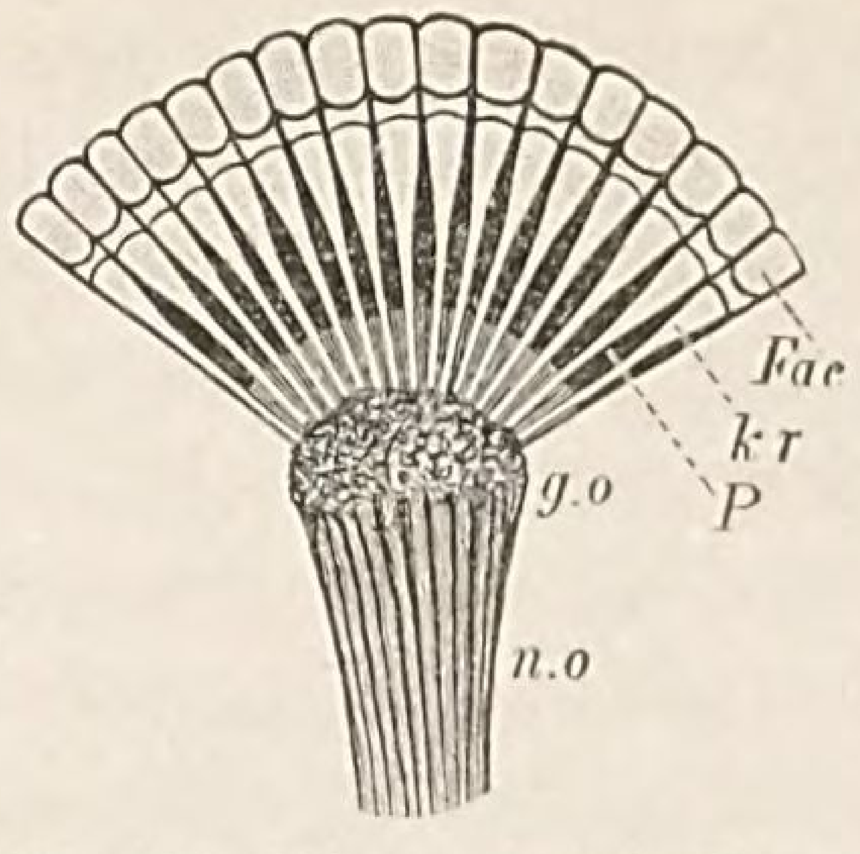


Fig. 605. Schema eines Arthropoden-Auges. *Fac* Hornhautfacetten. *kr* Krystallstäbe. *P* Pigment. *n.o* Sehnerv (*N. opt.*). *g.o* Ganglion opticum oder Retina.

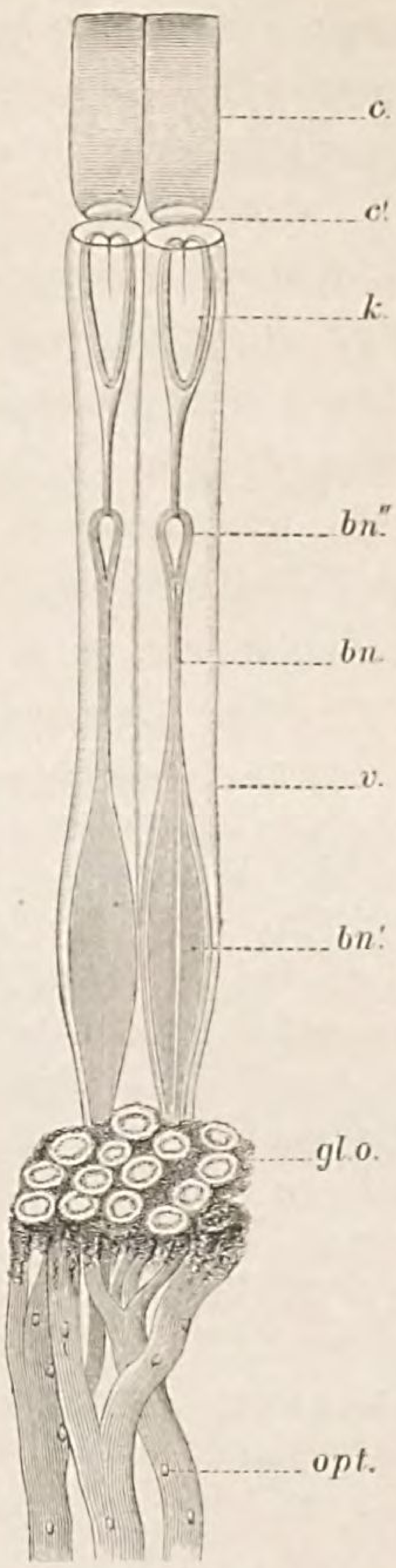


Fig. 606. Theile des facettirten Arthropoden-Auges (*Procrustes coriaceus*), nach Leydig. *c* Hornhautfacette. *c'* Linsenartige Wölbung derselben. *k* Krystallkörper. *bn* Nervenstäbe. *bn'*, *bn''* Innere und äussere Anschwellung derselben. *v* Scheide der Nervenstäbe. *opt* Bündel des Nervus opticus. *gl.o* Ganglion opticum.

Wenn nun auch die Gebilde, welche in diesen Augen mit den peripherischen Enden der Sehnervenfasern in Verbindung stehen, denen vergleichbar sind, welche im Wirbelthierauge die Retina bilden, so bleibt doch ein Hauptunterschied zwischen den zusammengesetzten Augen und den einfachen darin, dass die Enden der Fasern des Sehnerven doch nicht, wie hier, zu einer



Fig. 607. Das Pigment um einen Krystallkegel von der Hornisse (*Vespa crabro*), um die pupillenartige Anordnung zu zeigen. *p* Pupille. Nach Leydig.

Nervenhaut mit concaver Hohlkugelfläche sich zusammenlegen, sondern einen soliden Nervenkolben oder Knopf mit convexer Perceptionsfläche zusammensetzen, dessen Vergleich mit der Retina histologisch wohl zulässig, morphologisch aber ungerechtfertigt erscheinen muss.

Die fazettirten Augen pflegen unbeweglich am Kopfe befestigt zu sein, wenn dieser, wie bei den meisten Insecten, beweglich ist. Wenn aber Beweglichkeit, wie bei den höhern Crustaceen, ihm abgeht, dann sitzen die Augen auf einem beweglichen Stiel. Uebrigens ist auch zur Beherrschung eines grossen Gesichtsfeldes im Allgemeinen weniger Beweglichkeit erforderlich, weil diese Augen schon an und für sich ein sehr grosses Gesichtsfeld in Folge der starken, einer Halbkugel oft gleichenden, Wölbung ihrer Oberfläche haben.

Das Leuchten der Augen wird bei Wirbellosen vielfacher wahrgenommen, als bei den Wirbelthieren, und rührt auch, wie bei diesen, von einem Reflex des einfallenden Lichtes her, der durch eine, dem Tapetum der Wirbelthiere analoge Einrichtung veranlasst wird. Das bald grün, blau, bald golden und dergleichen schillernde Tapetum besteht bei vielen Spinnen, auch bei Muscheln, ähnlich wie im Fischauge, aus krystallinischen, dicht an einander liegenden Flitterchen, welche in den Regenbogenfarben leuchten. Bei andern, z. B. den Phalangien, besteht es dagegen aus Kügelchen, die an Grösse die der Pigmentkörner übertreffen. Aehnlich verhält sich auch das silbern oder golden schillernde Pigment im Auge vieler Insekten und Crustaceen. Indess nicht bloss solche und anderartige Modificationen des Pigments geben Veranlassung zu derartigen, oft prachtvollen Farbenerscheinungen im Auge der Wirbellosen, auch dicht an einander liegende Büschel feiner parallellaufender Tracheen können, wie man dies in den Augen der Abend- und Nachtfalter findet, den Reflex des Lichts und dadurch das Leuchten der Augen, die bei manchen wie glühende Kohlen aussehen, — bedingen.

2. Gehörapparat *(Organon auditus).*

Bergmann u. Leuckart, anatom.-physiolog. Uebersicht des Thierreiches. Stuttgart. 1852. S. 454. — Böttcher, Ueb. d. aquaeduct. vestibuli d. Katze etc. im Archiv f. Anat. und Physiol. 1869. Seite 372. — Breschot, Recherches anatomiques sur l'organe de l'audition chez les oiseaux. Paris 1836. — Derselbe, in d. Ann. d. sc. nat. 2° Sér. T. 5. Pl. 1. 2. — Derselbe, Recherches anat. sur l'organe d'ouïe des poissons. Paris 1838. — C. G. Carus, Erläuterungstafeln z. vgl. Anat. Heft 9. — Clason, die Morphologie d. Gehörorganes d. Eidexen in Hasse's anat. Studien. Bd. I. S. 300. — Claudius, das Gehörlabyrinth von Dinotherium. Cassel 1864. — A. Corti, Recherches sur l'organe d'ouïe des mammifères. — Cuvier, Vorlesung. üb. vgl. Anat. Uebers. v. Meckel. Bd. II. — Deiters, das Gehörorgan der Amphib., im Archiv f. Anat. u. Physiol. 1862. S. 277. — Ludw. Fick, Ueb. d. Labyrinth d. Elephanten, in Müll. Archiv. 1844. S. 431. — Gottstein, Ueb. d. f. Bau etc. der Gehörschnecke bei Säugeth. u. d. Menschen, in Archiv f. m. Anatomie. Bd. 8. S. 145. — Gurlt, vgl. Anat. d. Haussäugeth. Th. I. — Hagenbach, Disquisitiones anat. musculorum auris externae. Bas. 1833. — Derselbe, die Paukenhöhle d. Säugethiere. Leipzig 1835. — Hannover, De cartilag. musc. nerv. auris externae. 1839. — C. Hasse, anat. Studien. Bd. I. Leipzig. 1873. (Enthält die Morphologie des Labyrinthes der Vögel (S. 188), der Schildkröte (S. 225), der Frösche (S. 376), der Fische (S. 417); ferner über d.

Schwimmblase der Fische (S. 583). — Derselbe, Die vgl. Morphologie d. häutig. Gehörorgans d. Wirbelthiere. Leipzig 1873. — Huschke, Ueb. d. Gehörzähne in der Schnecke des Vogelohres, in Müller's Archiv 1835. S. 336. — Hyrtl, Vgl. anat. Unters. üb. d. inneren Gehörorgane d. Menschen u. d. Säugethiere. Prag 1845. — H. Kelet, Ueb. d. Gehörorg. d. Cyclostomen, in Hasse's anat. Stud. Bd. I. S. 489. — Krieger, Diss. de otolith. Berol. 1840. — Leydig, Lehrb. d. Histologie, Frankf. a. M. 1857. S. 266. — Monro, Vergl. d. Baues etc. d. Fische. Uebersetzt v. Schneider. Leipz. 1787. — J. Müller, Ueb. d. Gehörorgan der Cyclostomen. Berlin 1838. — Nuel, Z. Kenntniss der Säugethierschnecke, in Archiv f. m. Anat. Bd. 8. S. 300. — Owen, Comparative Anatomy of vertebrates. Lond. 1868. vol. I. p. 343; vol. II. p. 133; vol. III. p. 219. — E. Plattner, Ueb. d. Quadratbein und die Paukenhöhle der Vögel. Leipz. 1839. — Reichert, Beitr. z. Anat. d. Gehörschnecke bei Menschen u. Säugethieren, in Archiv f. Anat. und Physiol. 1871. S. 117. — Reissner, Z. Kenntniss der Schnecke im Gehörorgan d. Säugethiere u. d. Menschen, in Müller's Archiv 1854. — Rosenberg, Ueb. die Entwicklung des Canalis cochlearis der Säugethiere. Dorpat. 1868. — A. Scarpa, Anatomicae disquisitiones de auditu et olfactu. Ticini 1789. — Stannius, Lehrb. der vergl. Anatomie der Wirbelthiere. Berlin 1846. S. 405 u. 243. — Derselbe, Anatomie der Wirbelthiere. 2. Aufl. Berlin. 1854—56. I. Hft. S. 166 u. II. Hft. S. 159. — R. Wagner, Icones zootomicae. Lipsiae 1841. — E. W. Weber, De Aure et auditu hominis et animalium. Lipsiae 1820. — Windischmann, De penitiori auris in Amphibiis structura. Lipsiae 1831. —

Bergmann u. Leuckart, Anat.-physiol. Uebersicht des Thierreiches. S. 461. — Brandt u. Ratzeburg, Mod. Zool. Bd. 2. — V. Carus, Icones zootom. Lipsiae 1857. — Claus, Das Gehörorgan der Heteropoden, in Archiv f. m. Anat. Bd. 12. S. 103. — Cuvier, Mémoire sur les Mollusques. Paris 1817. M. Edwards, sur les organes auditifs de Firoles, in Ann. d. sc. n. 3me Sér. Taf. 17. pag. 146. — Eimer, Zool. Studien auf Capri. S. 72. — Frey, Entw. der Gehörw. d. Mollusken, in Frorieps Neue Notizen Bd. 37. Nr. 801. und in Wiegmann's Archiv 1845. Bd. I. S. 217. — Hensen, Ueb. d. Gehörorgane v. Locusta, in d. Zeitschrift f. m. Zool. Bd. 18. S. 199. — Koelliker, Entw. d. Cephalopoden. Zürich. 1841. — Lemoine, Sur les systèmes nerveux de l'Ecrevisse, in Ann. d. sc. n. 5me Sér. T. 9. pag. 112. — Leuckart, Zool. Untersuchungen 1854. — Derselbe, in Archiv f. Naturgesch. 1853. — Leydig, Lehrb. d. Histologie. S. 277. — Derselbe, Zum feinern Bau der Arthropoden, in Müller's Archiv 1855. S. 399. — Derselbe, Ueber die Geruchs- und Gehörwerkzeuge der Krebse und Insekten, ebenda 1860. S. 265. — J. Müller, Zur Physiol. d. Gesichtsinnes. Fragment. Physiol. d. Gehörsinns. S. 439. — Derselbe, in Nova Acta physico-med. Academ. Caesar. Leop. Carol. nat. curiosor. T. 19. — Ranke, Das Gehörorgan bei Pterotrachea, in Zeitschr. f. w. Zool. B. 25. Suppl. II. S. 77. — Derselbe, D. acust. Organ im Ohre der Pterotrachea, in Archiv f. m. Anat. Bd. 12. S. 565. — Owen, Cephalopoda in Todd cyclopaedia. vol. I. — v. Siebold, Ueb. Stimm- und Gehörorgan d. Orthopteren, in Wiegmann's Archiv 1844. S. 52. — Derselbe, Ueber die Gehörorgane der Mollusken, in Wiegmann's Archiv 1841. S. 148. Taf. VI. — Derselbe, Lehrb. d. vergl. Anatomie der wirbellosen Thiere. Berlin 1848. — R. Wagner, Icones zootom. Lips. 1841. —

1. Gehörapparat der Wirbelthiere.

Die Bestimmung des Gehörorganes ist, die von Gegenständen der Aussenwelt ausgehenden Schallwellen aufzunehmen und zur Wahrnehmung zu bringen.

Es wird daher wesentlich von dem peripherischen Ende des Hörnerven und einer zarthäutigen Fläche gebildet, welche, als Trägerin der Endgebilde jenes, so mit einer wässerigen Flüssigkeit in Berührung steht, dass die Schwingungen, in welche diese durch die sie treffenden Schallwellen versetzt wird, auf den Hörnerven übertragen werden und denselben erregen müssen.

Die Form, unter welcher diese häutige Fläche auftritt, ist verschieden. Wo das Hörorgan die einfachste Einrichtung hat, wie bei vielen

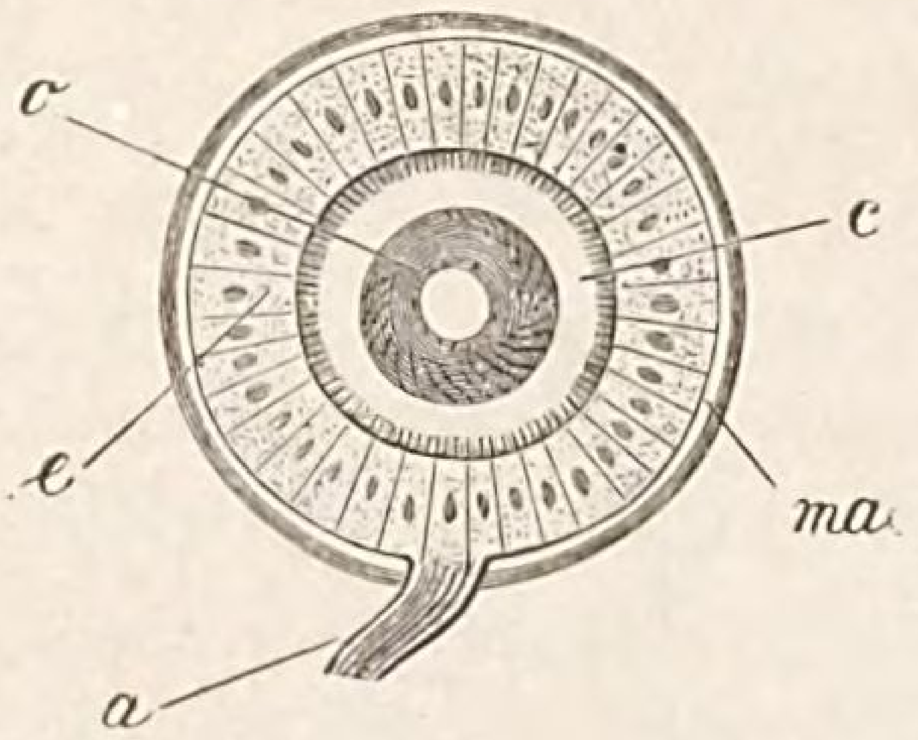


Fig. 608. Gehörorgan von Unio (nach Leydig). *a* Nerv. acusticus. *ma* Gehörblase. *e* Flimmerepithel. *c* Mit Flüssigkeit erfüllte Höhle. *o* Otolith.

Wirbellosen, bildet sie ein Bläschen (Fig. 608), dessen Wand das Ende des Hörnerven trägt und dessen Höhle mit Wasser und einem oder mehreren darin fluctuirenden, besonders aus Kalksalzen bestehenden festen Körpern — s. g. Gehörsteinen, Otolithen — eingenommen ist. Ganz allgemein ist das Bläschen innen mit einem Flimmerepithel ausgekleidet, durch welches der Otolith in fortdauernder Bewegung erhalten wird. Bei manchen Wirbellosen stehen auf der Innenfläche des Gehörbläschens noch längere, mehr steife wimperähnliche Gebilde, welche, von grösseren Zellen getragen, bald einzeln, bald büschelartig, die andern Cilien überragend, in die Höhle des Bläschens, gegen den Otolithen gerichtet sind und Gehörhaare genannt werden. Erhält das Gehörorgan, wie bei Wirbelthieren, eine grössere Vervollkommnung, so gibt sich diese zunächst in einer Vergrösserung der die Nervenenden tragenden Fläche und in einer Abänderung ihrer Form kund. Auch die Lage wird eine charakteristischere. Während bei den Wirbellosen die verschiedensten Körpertheile das Hörorgan bergen konnten, liegt es bei den Wirbelthieren ausschliesslich im Schädel.

Die Gehörblase der Wirbellosen wird bei den Wirbelthieren durch schlauchartige Anhänge vergrössert, die theils hinten aus ihr sich hervor stülpen und nach kurzem bogigem Verlaufe wieder zurückkehren — häutige Bogengänge — theils vorn unter der Form eines verschieden langen und spiralig gewundenen blinddarmähnlichen Anhanges aus ihr hervorgehen — Schneckengang (*Ductus cochlearis*) —, auch die Blasen selbst vermehren sich durch Abschnürung und Theilung. Aus der ursprünglich einfachen Gehörblase werden bei den höheren Wirbelthieren zwei, von denen die eine (hintere) (*Utriculus s. Sacculus oblongus*) mit den häutigen Bogengängen, die andere (vordere) (*Sacculus s. Sacculus rotundus*) mit dem Ductus cochlearis in Zusammenhang steht. Alle diese zarthäutigen Gebilde liegen auch noch in ein knorpeliges oder knöchernes Gehäuse mehr oder weniger vollständig eingeschlossen und bilden mit diesem das s. g. Gehörlabyrinth, an welchem die Knochenhülle das knöcherne (*Labyrinthus osseus*), der zarthäutige Inhalt mit dem Ende des Hörnerven das häutige Labyrinth (*Labyrinthus membranaceus*) bezeichnet wird.

Wo die Schallwellen aus einem wässerigen Medium dem Körper zugehen, werden sie durch die festen Theile dieses, besonders durch die festen Theile des Kopfes auf das Labyrinth fortgeleitet und auf das peripherische Ende des Hörnerven übertragen. Daher hier das Hörorgan nur

aus dem Labyrinth zu bestehen pflegt (Fische und viele Amphibien). Wo dagegen die Schallwellen aus der Luft kommen, — die nicht so leicht als die aus dem Wasser kommenden auf feste Körper fortgepflanzt, sondern grösstentheils wieder reflectirt werden, — tritt zu dem Labyrinth noch ein besonderer Schallleitungsapparat hinzu. Dieser besteht zunächst aus einer mit Luft erfüllten Höhle (Paukenhöhle, *Cavum tympani*), die trommelartig nach aussen von einer in einem Knochenrahmen ausgespannten Membran (Trommel- oder Paukenfell, *Membrana tympani*) verschlossen ist. Von letzterem ist durch die Paukenhöhle zum Labyrinth bei den Amphibien und Vögeln noch ein Knochenstäbchen (*Columella*) oder statt dessen, wie bei den Säugethieren und dem Menschen, eine aus drei Stücken bestehende gegliederte Knochenkette — Kette der Gehörknöchelchen (*Ossicula auditus*) — gespannt, wodurch die Schwingungen des Trommelfells, in welche dieses durch die aus der äussern Luft kommenden Schallwellen versetzt wird, auf das Labyrinth übertragen werden. Um die Luft der Paukenhöhle mit der das Trommelfell aussen berührenden im Gleichgewicht zu halten und namentlich um die durch Resorption eintretende Verminderung derselben wieder zu ergänzen, steht die Paukenhöhle noch durch einen besonderen Kanal mit dem Anfangstheil der Luftwege in Verbindung, welcher die Ohrtrompete (*Tuba Eustachii*) genannt wird und die Zufuhr von erforderlicher Luft vermittelt.

Bei Amphibien und Vögeln besteht der Schallleitungsapparat nur aus den angeführten Einrichtungen, während bei den Säugethieren, wie beim Menschen, an das Trommelfell aussen noch ein verschieden langer und verschieden weiter Kanal — äusserer Gehörgang (*Meatus auditorius externus*) — und an diesen ein zum leichtern Auffangen der Schallwellen dienendes schaufelförmiges, durch eine Hautfalte, die von einem elastischen Knorpel getragen wird, gebildetes Organ — äusseres Ohr (*Auricula*) — sich noch anschliesst, so dass man nun am ganzen Hörapparat drei verschiedene Abschnitte unterscheiden kann, nämlich 1) die von den zuletzt bezeichneten Theilen gebildete äussere Abtheilung — äusseres Ohr (*Auris externa*), — 2) die von der Paukenhöhle und Zubehör dargestellte mittlere Abtheilung — mittleres Ohr (*Auris media*) und 3) die das Labyrinth umfassende innere Abtheilung — inneres Ohr (*Auris interna*).

a. Innerer Theil des Gehörapparates (*Auris interna*) oder Labyrinth der Wirbelthiere.

Bei den Säugethieren zerfällt das knöcherne Labyrinth, gleich dem menschlichen, in drei verschieden gestaltete Abtheilungen, eine äussere, mittlere und innere. Die äussere Abtheilung wird von den

drei halbzirkelförmigen Kanälen oder Bogengängen (*Canales semicirculares ossei*) gebildet; die mittlere — der Vorhof (*Vestibulum*) — umfasst eine einfache Höhle und die innere Abtheilung wird von der Schnecke (*Cochlea*) dargestellt (Fig. 609).

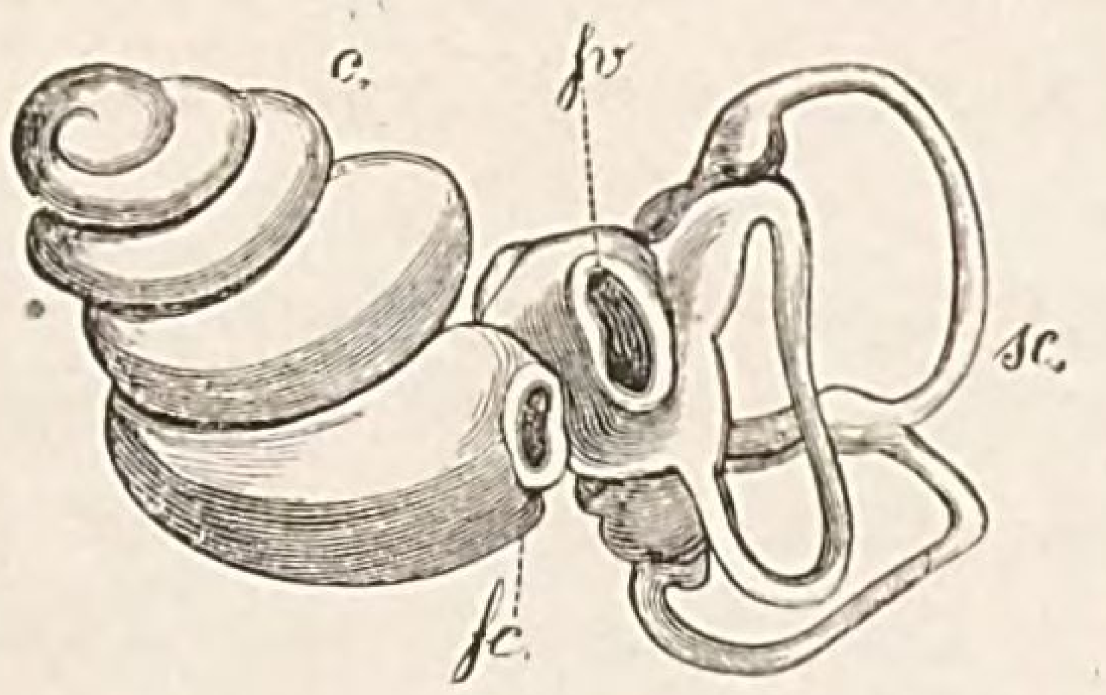


Fig. 609. Knöchernes Labyrinth von Dasyprocta Aguti. *sc* Canales semicirculares. *c* Cochlea. *fc* Fenestra cochleae. *fv* Fenestra vestibuli. Nach Hyrtl.

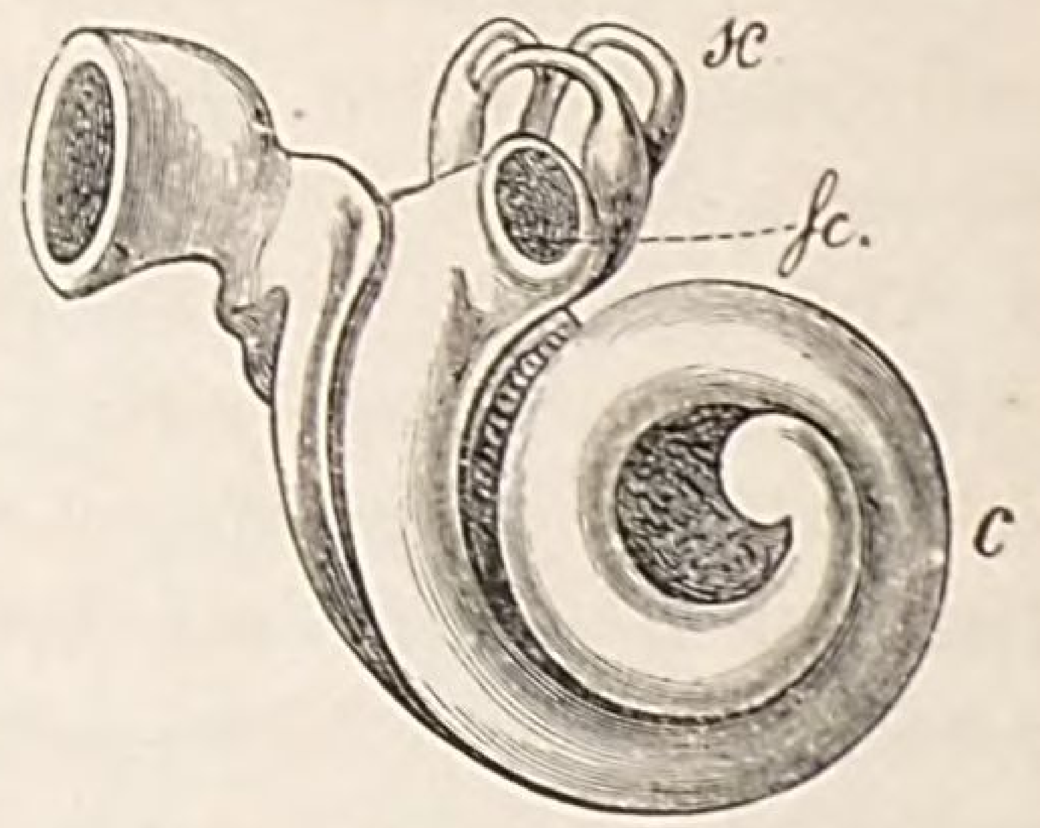


Fig. 610. Knöchernes Labyrinth von Balaena mysticetus. *c* Cochlea. *sc* Canales semicirculares. *fc* Fenestra cochleae. Nach Hyrtl.

Die drei Bogengänge verhalten sich in Beziehung ihrer Form, Stellung und Verbindungsweise mit dem Vorhofe im Allgemeinen, wie die des menschlichen Labyrinthes, obschon sie in Betreff ihrer Stärke und Krümmung und der Grösse und Form ihrer Ampullen viele Verschiedenheiten und Abänderungen zeigen.

Während 5 Vestibularmündungen der Bogengänge auch bei den Säugethieren als Regel anzusehen sind, machen doch mehrere davon insoweit eine Ausnahme, als durch Verschmelzung auch des ampulleren Endes des hintern Bogenganges mit dem hintern des äussern Bogenganges die Zahl der Vestibularmündungen auf 4 reducirt ist, wie das nach Hyrtl namentlich bei Felis leo, tigris, pardus, Canis lupus und aureus, Paradoxurus, Herpestes, beim Tapir, Nilpferd, Gürtelthier und Schnabelthier der Fall ist.

Die absolut stärksten Bogengänge finden sich bei Elephas maximus, dann beim Wallross, Phoca grönlandica; hiernach beim Nilpferd, beim Menschen, Orang-Utang und Nashorn. Die absolut kleinsten Bogengänge haben Vespertilio pipistrellus und Sorex pygmaeus. — Relativ zur Körpergrösse haben die stärksten der Igel und die Blindmaus. Die relativ kleinsten besitzen die Walfische (Fig. 610). Sehr dünn und eng sind sie bei allen Raubthieren, selbst den grössten derselben, wie bei Eisbären, Tigern, Löwen, während unter den Nagern Hystrix und Sphiggurus, sowie unter den Edentaten das Faulthier und Manis sich durch weite, selbst plumpe Kanäle auszeichnen (vgl. Hyrtl, Untersuchung über das innere Ohr etc. Prag 1845).

Der Vorhof umfasst eine einfache Höhle zur Aufnahme der Gehörblasen, die nach hinten mit den Bogengängen durch deren 5 Vestibular-

mündungen, nach vorn mit der Schnecke durch den aditus ad scalam vestibuli und nach aussen mit der Paukenhöhle in Verbindung steht durch das sog. Vorhofsfenster (*Fenestra vestibuli s. ovalis*), in welches der Steigbügel, das innerste Glied der das Trommelfell mit dem Labyrinth verbindenden Kette der Gehörknöchelchen eingreift.

Der Vorhof zeigt die geringsten Abänderungen und Verschiedenheiten bei den Säugethieren; nur bei den Cetaceen (Fig. 610) ist er so verschwindend klein, dass er kaum als besondere Abtheilung zwischen Bogengängen und Schnecke unterscheidbar ist.

Die Schnecke besteht aus einem spiraligen Kanale, der um eine kegelförmige Knochenaxe — Modiolus — sich windet und einen blinddarmförmigen Anhang des Vorhofs darstellt, daher auch von diesem her einen Zugang hat (*Aditus ad scalam vestibuli*). Einen zweiten Zugang besitzt der Schneckenkanal von der Paukenhöhle her durch das sog. runde oder Schneckenfenster (*Fenestra rotunda s. cochleae*), welches aber durch eine dem Trommelfell ähnlich ausgespannte Membran — Membrana tympani secundaria — verschlossen wird. Die Höhle des Schneckenkanals wird in ihrer Länge derart von einer schmalen Knochenplatte — Lamina spiralis ossea — durchzogen, dass deren einer Rand an der innern, dem Modiolus anliegenden Wand ansitzt, der andere freie dagegen nach der entgegengesetzten äussern Wand sieht, ohne diese zu erreichen, und so der Kanal in seiner ganzen Länge unvollkommen in zwei Hälften geschieden wird, welche die Treppen (*Scalae*) heissen, und von welchen die eine, die der Basis der Schnecke näher liegt, ihren Anfang an der Fenestra rotunda hat — Scala tympani —, während die andere, der Spitze näherliegende in den Vorhof überführt — Scala vestibuli —. In dem blinden Ende des Schneckenkanals — Schneckenkuppel — löst sich das sich zuspitzende Ende der Lamina spiralis von der Knochenaxe los und ragt als eine feine gekrümmte Knochenspitze — Hamulus laminae spiralis — in die Höhle der Kuppel hinein.

Form und Grösse, sowie die Zahl der Windungen der Schnecke zeigen bei den Säugethieren sehr grosse Verschiedenheiten. Die Zahl der Windungen fällt theils bis auf $^1/_4$—$^1/_2$ (Fig. 611) unter die des Menschen herab, theils steigt sie über dieselbe bis zu 5 hinan (Fig. 609). Bei Dasypus novemcinctus ist nach Hyrtl die zweite Windung der Schnecke grösser als die erste. Die absolut grösste Schnecke haben die Walfische (Balaena, Physeter (Fig. 610), dann der Elephant, Delphinapterus, Narwal, Nilpferd, Walross und Phoca. Unter den Carnivoren hat der Löwe, unter den Nagern Capybara, unter den Edentaten Myrme-



Fig. 611. Labyrinth des Schnabelthieres (nach Hyrtl). *c* Cochlea. *sc* Canales semicirculares.

cophaga jubata, unter den Beutlern Halmaturus giganteus die grösste Schnecke.



Fig. 612. Labyrinth von Sorex. c Cochlea.

Die absolut kleinste Schnecke findet sich bei Talpa; dann bei Condylura, Sorex (Fig. 612), Cladobates, Mus. Relativ zur Körpergrösse haben die grösste Schnecke die Chiropteren und Nager; dagegen die Walfische die relativ kleinste (Hyrtl).

Fünf Windungen beschreibt die Schnecke bei Coetlogenys Pacas; $4^{2}/_{3}$ bei Hydrochœrus; 4 bei Myopotamus coypus; $3^{5}/_{6}$ bei Moschus javan.; $3^{1}/_{2}$ bei Hyrax capensis und bei Babirussa; $3^{1}/_{6}$ beim Löwen und Tiger, $3^{1}/_{8}$ bei Chrysochloris capensis; 3 bei Cynocephalus ursinus, Simia troglodytes, Orangutang, Nilpferd, Bos taurus, Giraffe; $2^{5}/_{6}$ Stentor seniculus; $2^{2}/_{3}$ beim Menschen (Weib); $2^{1}/_{2}$ bei Phacochœrus, Ursus labiatus, Stenops gracilis, Lepus timidus, Sphiggurus insidiosus, Helamys caffer, Myrmecophaga jubata; $2^{1}/_{3}$—$2^{1}/_{4}$ bei Phoca vitulina, Bradypus didactylus, Camelus dromedarius; $2^{1}/_{6}$—$2^{1}/_{8}$, bis $2^{1}/_{12}$ beim Walross, Pferd, Elephas africanus, Ovis aries; 2 bei Talpa, Centetes, Igel, Pteropus edulis, Delphinus tursio, Narwal, Dasypus Peba, Rhinoceros, Halmaturus giganteus; nicht ganz voll zwei Windungen finden sich bei Balæna (Fig. 610) und Physeter; $1^{5}/_{6}$ Windungen beim Hamster; etwas über $1^{1}/_{3}$ bei Manatus; $^{1}/_{2}$ Windung bei Echidna; $^{1}/_{4}$ Windung beim Schnabelthier (Fig. 611). — Ueberhaupt ist über die anderweitige Besonderheit der Schnecke das ausführlichere Detail bei Hyrtl a. a. O. p. 111 fgg. nachzusehen.

Das häutige Labyrinth (*Labyrinthus membranaceus*) wird 1) von einer Periostauskleidung des knöchernen Labyrinthes, 2) von zwei häutigen Säckchen des Vorhofes, 3) aus drei häutigen Gängen und 4) aus den zarthäutigen Innengebilden der Schnecke nebst dem Endtheile des Hörnerven gebildet.

Das Periost überzieht die Innenfläche der Höhle des Vorhofes, kleidet ähnlich die drei Bogengänge aus und setzt sich auch in das Periost der Schnecke fort. Das Vorhofperiost steht durch einen im Aquaeductus vestibuli liegenden Faserfortsatz mit dem äussern Periost der Schläfenbeinpyramide in Verbindung. Aehnlich steht auch das Periost der Scala tympani der Schnecke durch den Aquaeductus cochleae mit dem äussern Schläfenbeinperiost in Zusammenhang. Der Vorhof enthält ausser der Periostauskleidung nur noch zwei zarthäutige Säckchen — die Gehörblasen — ein grösseres hinteres, mehr elliptisches (*Sacculus oblongus s. ellipticus s. Utriculus s. Alveus communis*) und ein kleineres vorderes, mehr rundes (*Sacculus s. Sacculus rotundus*), welche mit heller, wässerig. Flüssigkeit — Endolympha, Aquula auditiva s. vitrea —

erfüllt, die Vorhofshöhle indess nicht ganz ausfüllen, zwischen ihrer Aussenfläche und der vom Periost bekleideten Innenfläche der Vorhofswand noch einen freien Zwischenraum übrig lassen, der ebenfalls von einer hellen wässerigen Flüssigkeit — Perilympha s. Aquula Cotunnii — erfüllt ist, die sonach die Gehörblasen auch äusserlich umspült. Ebenso enthalten die drei knöchernen Bogengänge mit Endolymphe erfüllte, häutige Gänge (*Ductus semicirculares membranacei*), welche zum Sacculus oblongus sich ähnlich verhalten, als wie die knöchernen Bogengänge zum knöchernen Vorhof, auch in den knöchernen Ampullen entsprechende Erweiterungen (*Ampullae membranaceae*) bilden, also die Form der knöchernen Gänge im Ganzen nachahmen, nur sehr viel enger bleiben, so dass auch zwischen ihnen und der von Periost überzogenen Innenfläche der knöchernen Gänge ein Zwischenraum übrig bleibt, der, wie im Vorhofe, von Perilymphe erfüllt ist.

Zu diesen häutigen Innengebilden, d. h. zu den Maculae acusticae der Vorhofsäckchen uud den Cristae acusticae der häutigen Ampullen gehen die Zweige des Vorhofastes des Hörnerven. Werden Schallwellen zu diesen Theilen des Labyrinthes geführt, so müssen die Perilymphe und Endolymphe in Erzitterungen versetzt werden und diese auf die Enden des Hörnerven erregend einwirken.

Die häutigen Innengebilde der Schnecke kann man sich als drei häutige Schläuche, von denen einer sehr viel enger, als die beiden andern sind, vorstellen, die so durch den Schneckenkanal ziehen, dass je einer der beiden weitern eine der beiden Scalae einnimmt. Ihre gegen einander gekehrten Wände kommen indess nicht zur unmittelbaren Berührung, indem sie innen, gegen den Modiolus, durch die knöcherne Lamina spiralis, — auswärts von dieser, bis zur äussern Wand des Schneckenkanals, durch den dritten, sehr viel engern häutigen Schlauch von einander getrennt werden.

Der in der Scala vestibuli liegende Schlauch ist eine Ausstülpung des Periostes des Vorhofes; seine Höhle ist daher mit derselben Flüssigkeit erfüllt, welche als Perilymphe den extrasaccularen Vorhofsraum einnimmt.

Der die Scala tympani einnehmende Schlauch schliesst sich an der Fenestra rotunda blind ab und hilft dadurch die die letztere verschliessende Membrana tympani secundaria bilden. Dagegen ist er am entgegengesetzten Ende — Helicotrema — offen und mündet mit dem vorhergehenden zusammen, so dass die ihn erfüllende Flüssigkeit dadurch auch mit der Perilymphe des Vorhofes communicirt. Auch er ist ein Periostschlauch, der durch den im Aquaeductus cochleae liegenden feinen Faserfortsatz mit dem äussern Periost des Schläfenbeins in Verbindung steht. Der zwischen den beiden vorhergehenden liegende dritte oder mittlere enge häutige Schlauch (*Ductus cochlearis*) grenzt auswärts

an die äussere Wand des knöchernen Schneckenkanals, innen an den freien Rand der knöchernen Lamina spiralis und vor- und rückwärts, nach den beiden Scalae hin, verschmilzt seine Wand mit den Wänden der diese ausfüllenden Periostschläuche. Nach der Schneckenkuppel ist dieser Ductus cochlearis blind geschlossen, dagegen nach entgegengesetzter Richtung offen und verbindet sich durch einen sehr engen feinen Gang (*Canalis reuniens*) mit dem runden Vorhofssäckchen, so dass die in ihm befindliche Flüssigkeit mit der Endolymphe dieses Säckchens communicirt. Die gemeinsame häutige Wand, welche die Höhle der Scala tympani von der des Ductus cochlearis scheidet, heisst Membrana basilaris, während die, welche den Duct. cochlearis von der Scala vestibuli trennt, die Membrana vestibularis s. Reissneri darstellt. In der Richtung von innen nach aussen, (d. h. von der durch verdicktes Periost gebildeten Vestibularlefze des freien Randes der Spiralplatte nach der äussern Wand des knöchernen Schneckenkanals) ist noch eine zarte Membran — Membrana tectoria — gezogen, welche die Höhle des Duct. cochlearis in zwei Kammern, eine obere grössere dreieckige und eine untere engere, mehr abgeplattete, scheidet. In letzterer liegt nun der, aus stabförmigen Körpern und verschieden gestalteten, zum Theil Hörhaare tragenden Zellen zusammengesetzte acustische Endapparat — Corti'sches Organ —, mit welchem die Enden der aus dem Modiolus hervordringenden und durch die Lamina spiralis ziehenden Zweige des Schneckenastes des Hörnerven in Verbindung treten. Erzitterungen, in welche die Perilymphe der Scala tympani durch Schallwellen vom runden Fenster her, oder die Perilymphe der Scala vestibuli vom Vorhofe her, oder von den Knochenwänden der Schnecke her versetzt werden, müssen den geschilderten Einrichtungen zu Folge auf die Endolymphe des Ductus cochlearis übertragen werden und hierdurch auf den in letzterm befindlichen acustischen Endapparat und das peripherische Ende des Hörnerven wirken. Auch Schwingungen, in welche die Endolymphe des Sacculus des Vorhofes versetzt wird, müssen auf die Endolymphe des Ductus cochlearis fortgepflanzt werden und so gleichfalls zu dem acustischen Endapparat gelangen.

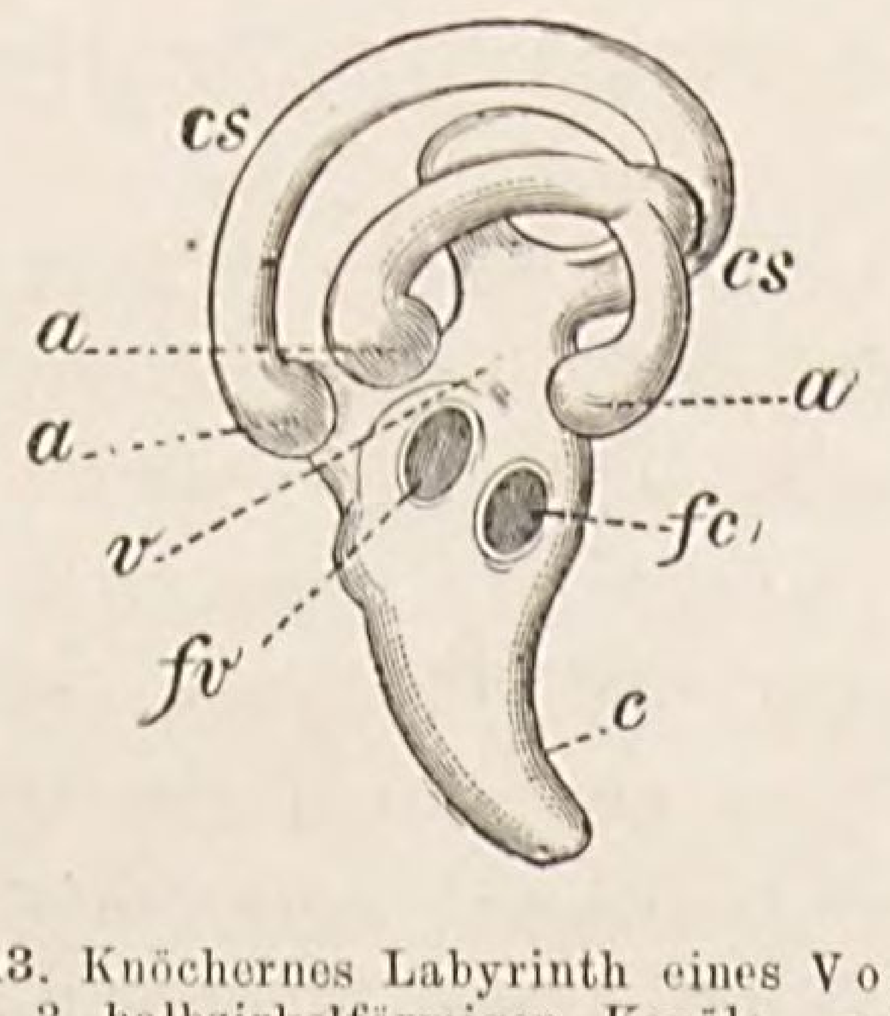


Fig. 613. Knöchernes Labyrinth eines Vogels. *cs* Die 3 halbzirkelförmigen Kanäle. *a* Deren Ampullen (*Ampullae osseae*). *v* Vorhof (*Vestibulum*). *fv* Vorhofsfenster (*Fenestra vestibuli s. ovalis*). *c* Schnecke (*Cochlea*). *fc* Schneckenfenster (*Fenestra cochleae s. rotunda*).

Bei den Vögeln (Fig. 613) wiederholt sich im Allgemeinen die für die Säugethiere gültige Anordnung des Labyrinthes. Nur hat die Schnecke eine solche Rückbildung erfahren, dass sie nur noch einen kurzen, kegelförmigen

Anhang des Vorhofes darstellt, der nur mit der Schnecke des Schnabelthieres noch vergleichbar ist. Allein die innere Einrichtung ist noch ganz auf die der Säugethiere zurückführbar. Sie enthält einen Knorpelrahmen, der, einen ovalen Ring bildend, am untern Ende sich verbreitert, sowie pantoffelartig sich aushöhlt und dadurch die Grundlage der sog. Flasche (*Lagena*) abgibt. Eine zwischen den beiden Schenkeln dieses Knorpelrahmens ausgespannte zarte Membran entspricht der Membrana basilaris und eine darüber liegende zweite, etwas faltige und gefässreiche Haut (*Membrana vasculosa* Windischmann) der Membrana tectoria, zwischen welchen die Gebilde liegen, die dem acustischen Endapparat oder dem Corti'schen Organ entsprechen. In Folge dieser Einrichtung sind auch hier in der Schnecke eine Scala tympani u. vestibuli und zwischen beiden ein das Corti'sche Organ bergender Ductus cochlearis unterscheidbar.

Von den beschuppten Amphibien stehen bezüglich des Labyrinthes die Crocodile (Fig. 613) den Vögeln noch am nächsten, so dass alles bei diesen Bemerkte auf sie seine ganze Anwendung findet, während bei den übrigen (Cheloniern, (Fig. 614) Sauriern und Ophidiern) die Schnecke

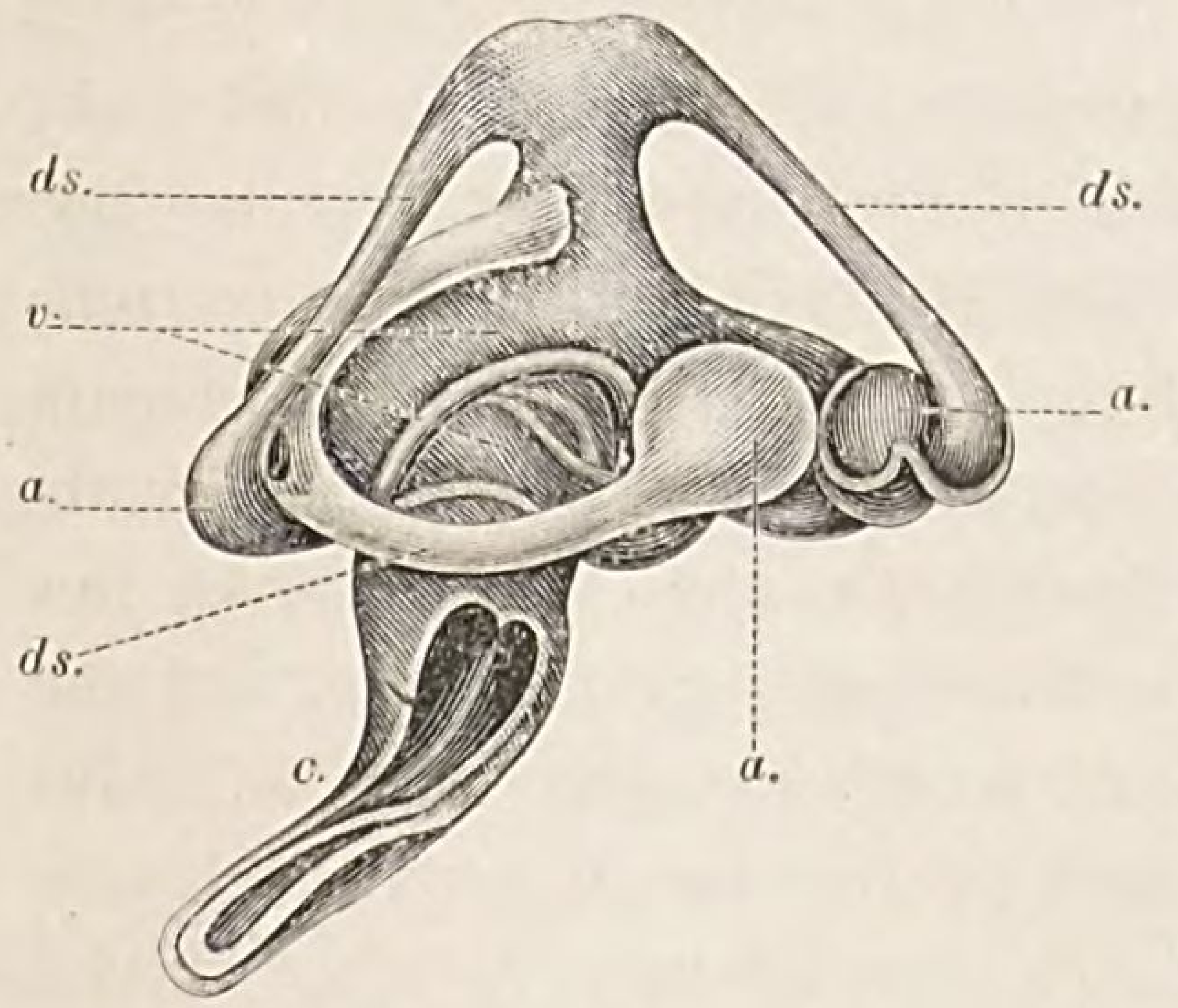


Fig. 614. Häutiges Labyrinth von Crocodilus niloticus (nach C. Hasse). *ds* Die 3 Ductus semicirculares. *a* Deren Ampullen. *v* Vorhofsäckchen. *c* Cochlea.

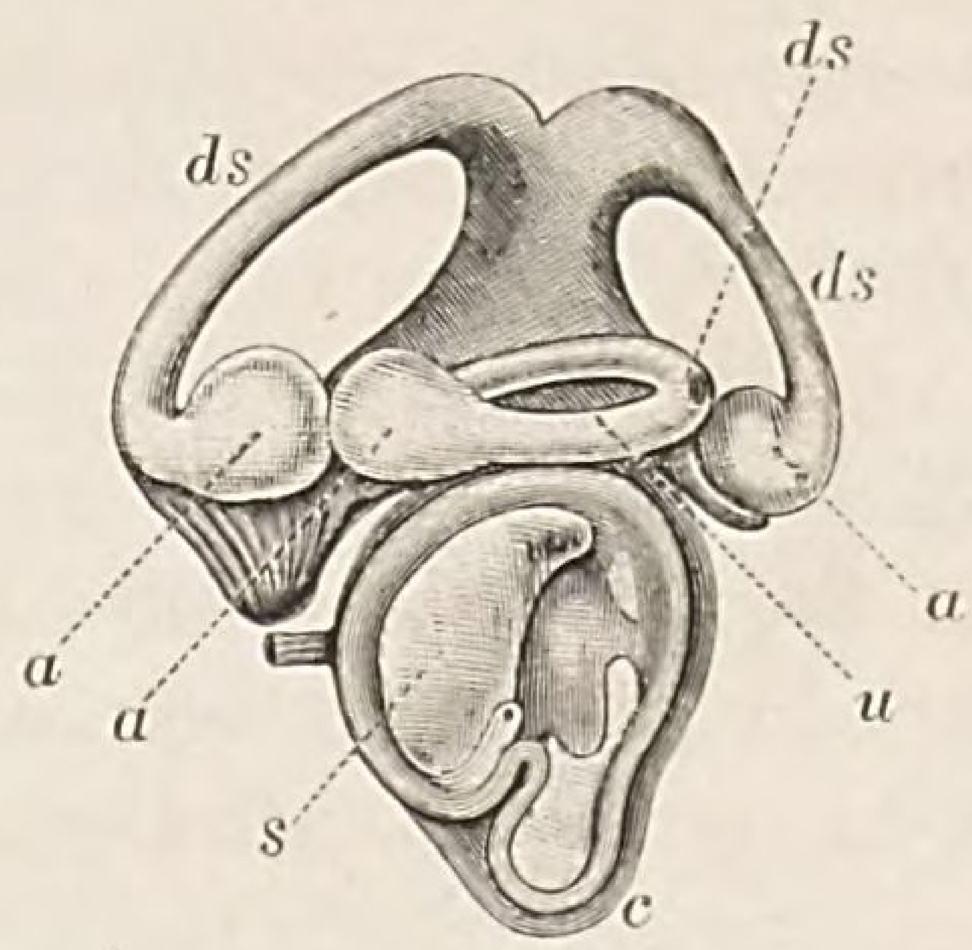


Fig. 615. Häutiges Labyrinth von Testudo graeca (nach C. Hasse). *ds* Ductus semicirculares. *a* Die Ampullen derselben. *c* Cochlea. *u* Utriculus. *s* Sacculus.

einer grösseren Reduction anheimfällt, was endlich bei nackten Amphibien soweit geht, dass sie nur noch eine schwache kaum erkennbare Ausbuchtung des Sacculus darstellt.

In noch höherem Maasse gilt dies aber von den Fischen, wo bei den Knochenfischen (Fig. 616) und Selachiern (Fig. 617) die letzten Spuren einer Schnecke sich finden, während die übrigen Labyrinttheile ansehnlich entwickelt sich zeigen. Nur die Cyclostomen unterscheiden sich davon sehr wesentlich, indem nicht allein jede Spur einer Schnecke fehlt, sondern auch der Vorhof vereinfacht und die Zahl der halbzirkel-

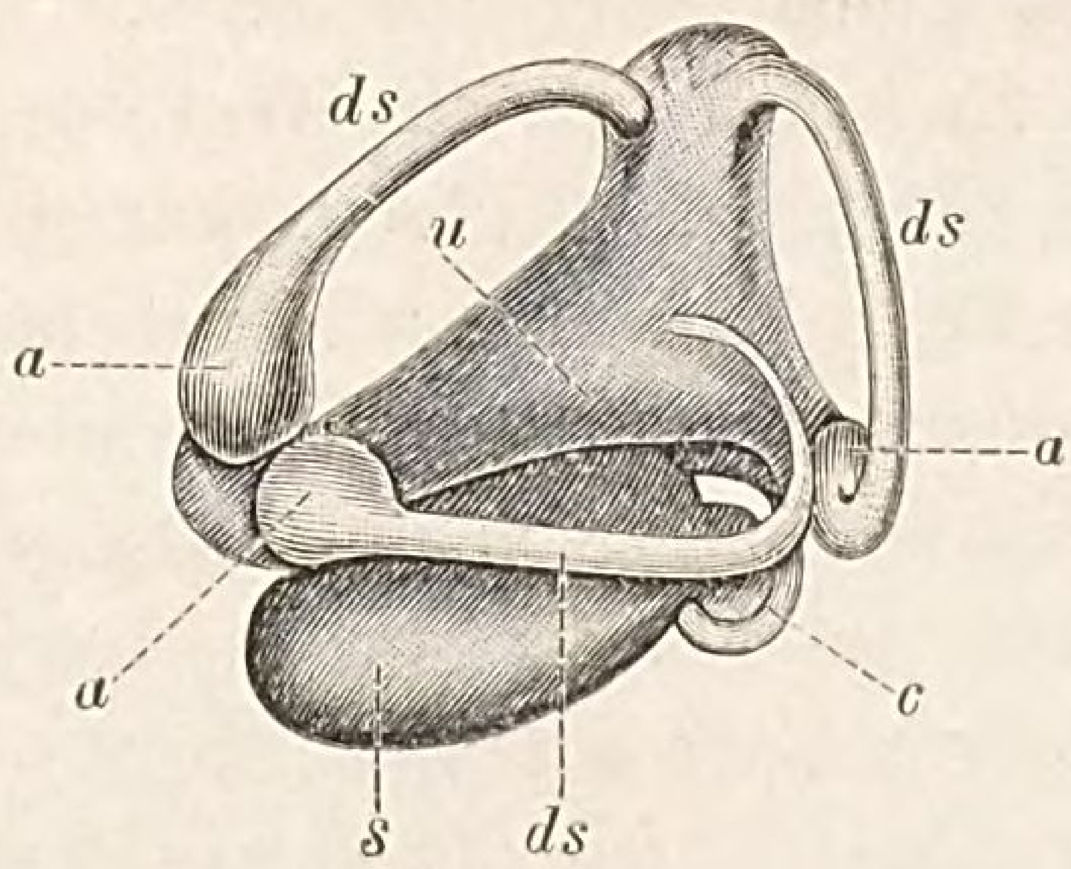


Fig. 616. Häutiges Labyrinth von Muræna anguilla (nach Hasse). Bezeichnung die gleiche, wie bei Fig. 615.

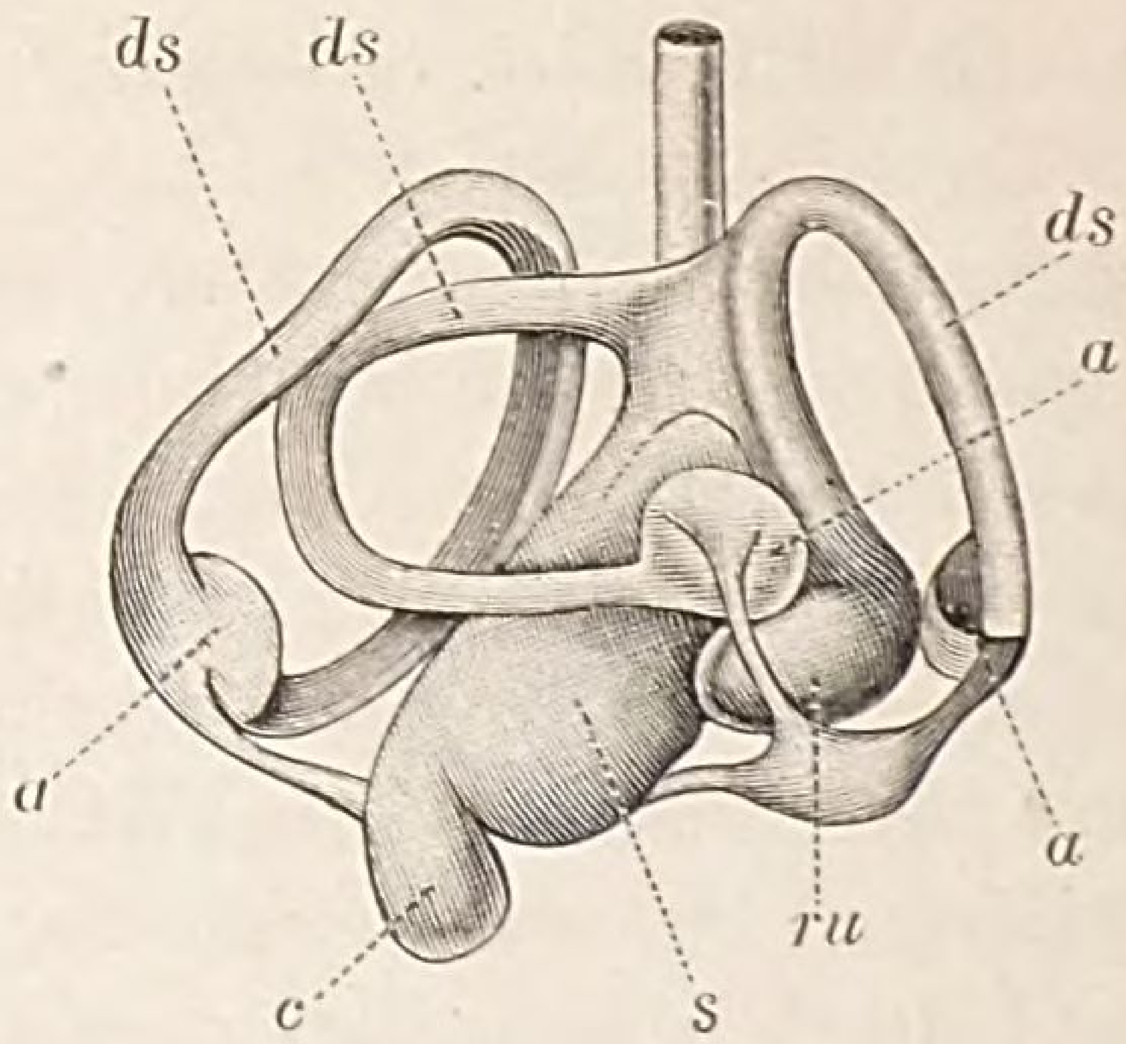


Fig. 617. Häutiges Labyrinth von Raja torpedo (nach Hasse). Bezeichnung dieselbe. *ru* Processus utriculi.

förmigen Kanäle sich vermindert hat, indem die Petromyzonten nur zwei und die Myxinoiden gar nur einen halbzirkelförmigen Kanal besitzen, so dass mit dem noch wenig abgegrenzten Vestibulum das ganze Labyrinth hier die Form eines Ringes hat (Fig. 618).

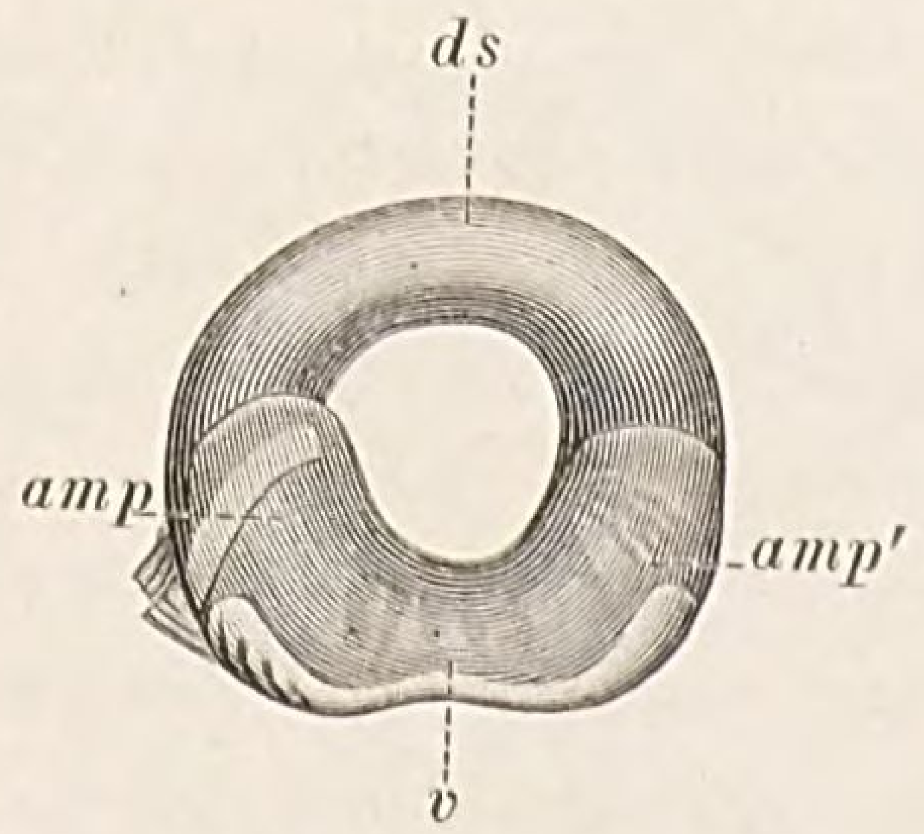


Fig. 618. Häutiges Labyrinth von Myxine glutinosa (nach Hasse). *v* Vestibulum. *amp* Ampulla anterior. *amp'* Ampulla posterior. *ds* Ductus semicircularis (ext.).

Bemerkenswerth ist, dass bei Selachiern eine Verlängerung des Labyrinths in Form eines Kanales nach der Mitte des Hinterhauptes sich erstreckt und hier mit einer durch die äussere Haut verschlossenen Oeffnung endigt. Dass hierdurch eine directe Zuleitung der Schallwellen zum Labyrinth ermöglicht ist, unterliegt keinem Zweifel. Nicht weniger bemerkenswerth ist noch eine andere Eigenthümlichkeit bei manchen Knochenfischen, nämlich die Verbindung, in welcher der häutige Vorhof des Labyrinthes mit der Schwimmblase vieler Fische steht. Diese Verbindung kann in einzelnen Fällen (bei Percoïden u. a.) eine fast unmittelbare sein, indem Verlängerungen der Schwimmblase bis zu membranös verschlossenen Lücken des Schädels sich erstrecken, an welche von innen eine Fortsetzung des Vorhofes sich anlegt. In andern Fällen dagegen (Cyprinoïden und Clupeïden) wird die Verbindung durch eine aus 3 Gliedern bestehende Kette verschieden gestalteter Knöchelchen — die sog. Gehörknöchelchen — vermittelt, deren vorderstes mit nach hinten erfolgenden Ausstülpungen des häutigen Vorhofes, — das hinterste mit dem vordern Ende der Schwimmblase vereinigt ist.

Ueber die Bedeutung, welche diese Einrichtung für ihre Besitzer habe, lässt sich bis jetzt noch nichts Bestimmtes feststellen. E. W. Weber, der diese Einrichtung bei den Fischen zuerst genau beschrieb, sah dieselbe als einen Hülfsapparat des Gehörorganes an, während in jüngster Zeit die Richtigkeit dieser Auffassung beanstandet und dafür die Ansicht aufgestellt wurde, nach welcher diese Verbindung des Labyrinthes mit der Schwimmblase einen Apparat darstellt, der den Fischen den Füllungszustand und die Ausdehnung der Schwimmblase zum Bewusstsein bringe, um hiernach den Grad des Steigens oder Fallens zu bemessen und den Druck der auf dem Körper lastenden Wassersäule zu vermindern oder zu vermehren, oder die Luft durch die Mundhöhle entweichen zu lassen. (Hasse, in dessen anat. Studien S. 583).

b. Mittlerer Theil (*Auris media*) des Gehörapparates der Wirbelthiere.

Die Paukenhöhle zeigt bei den Säugethieren, wenn sie auch im Allgemeinen eine der menschlichen ähnliche Einrichtung hat, doch viele Verschiedenheiten, namentlich hinsichtlich ihrer Grösse, Form und Zusammensetzung. An ihrer Bildung können alle Theile des Schläfenbeins betheiligt sein, doch meistens nur das Os petrosum und tympanicum. Bei manchen Säugethieren: Insectivoren, Beutlern, vielen Edentaten (Myrmecophaga jubata, didactyla, tamandua) nimmt indess auch das hintere Keilbein an der Paukenhöhle Antheil, indem entweder von dessen Körper ein paar Fortsätze sich entwickeln (Paukenflügel, Hyrtl), welche die Lücke zwischen Pars petrosa und tympanica ausfüllen (Erinaceus, Centetes) — oder der hintere untere Winkel des grossen Keilbeinflügels zu einer Knochenblase anschwillt, welche die Paukenhöhle nach vorn und unten vergrössert (Phalangista, Phascolarctos, Perameles, Dasiurus) — oder die Paukenhöhle direkt nach vorn in eine Höhle des Processus pterygoïdeus sich verlängert (Myrmecophaga) — oder der Sinus sphenoïdalis des Keilbeinkörpers mit beiden Paukenhöhlen communicirt (Chrysochloris). Ja das Hinterhauptbein kann in einzelnen Fällen selbst noch an ihrer Bildung betheiligt sein, wie namentlich beim Ameisenbären, dann auch beim Faulthier und Schnabelthier dies gefunden wird.

Eine bedeutende Grösse gewinnt die Paukenhöhle bei vielen Säugethieren dadurch, dass ihre untere, vom Os tympanicum gebildete Wand mehr oder weniger sich ausbuchtet, oder selbst zu einer Knochenblase — Bulla ossea — sich aufbläht, wie dies besonders bei den Carnivoren, Nagern, Cetaceen, Robben, Chiropteren, vielen Pachydermen, den Halbaffen u. a. der Fall ist. Manche, wie viele Wiederkäuer, Einhufer, viele Dickhäuter haben wohl ein stark aufgetriebenes Os tympanicum, aber dasselbe schliesst im Innern mehr oder weniger Zellen ein, so dass, wenn diese auch in die Paukenhöhle einmünden, doch die letztere nicht so geräumig ist, als

man dem äussern Umfang des Os tympanicum nach vermuthen sollte. Ueberhaupt stehen mit der Paukenhöhle bald grössere, bald kleinere Nebenhöhlen in Verbindung.

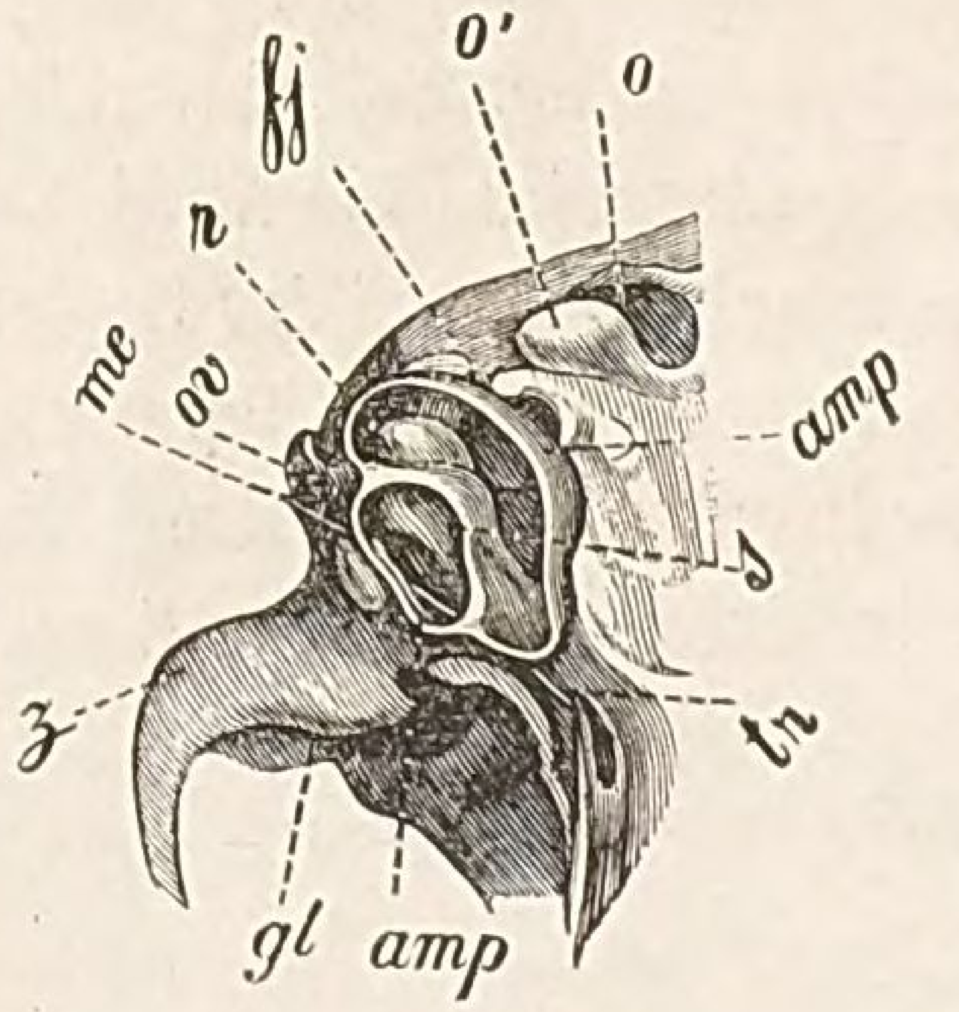


Fig. 619. Geöffnete Paukenhöhle der rechten Seite von der Katze (*Felis catus domestic*). *me* Aeusserer weiter Zugang zur Paukenhöhle, anstatt des knöchernen äusseren Gehörganges, der hier fehlt. *v* Geöffnete Bulla ossea, welche in *s* ein Septum hat, wodurch die Paukenhöhle in zwei Kammern geschieden wird, die nur am hintern Ende mit einander communiciren. Die kleinere äussere Kammer enthält nach aussen den Zugang vom äussern Gehörgang (*me*) und diesem gegenüber die Fenestra ovalis (*ov*); im vordern Theile befindet sich die Tuba Eustachii (*t.E*), die innere Kammer, welche die grössere ist, enthält im hintern Theile (*r*) die Fenestra rotunda. Hier stehen beide Kammern mit einander in Verbindung. *o* Hinterhauptsloch. *o'* Gelenkfortsatz des Hinterhauptbeines. *fj* Foramen jugular. *z* Processus Zygomaticus des Schläfenbeins. *gl* Gelenkgrube für den Unterkiefer.

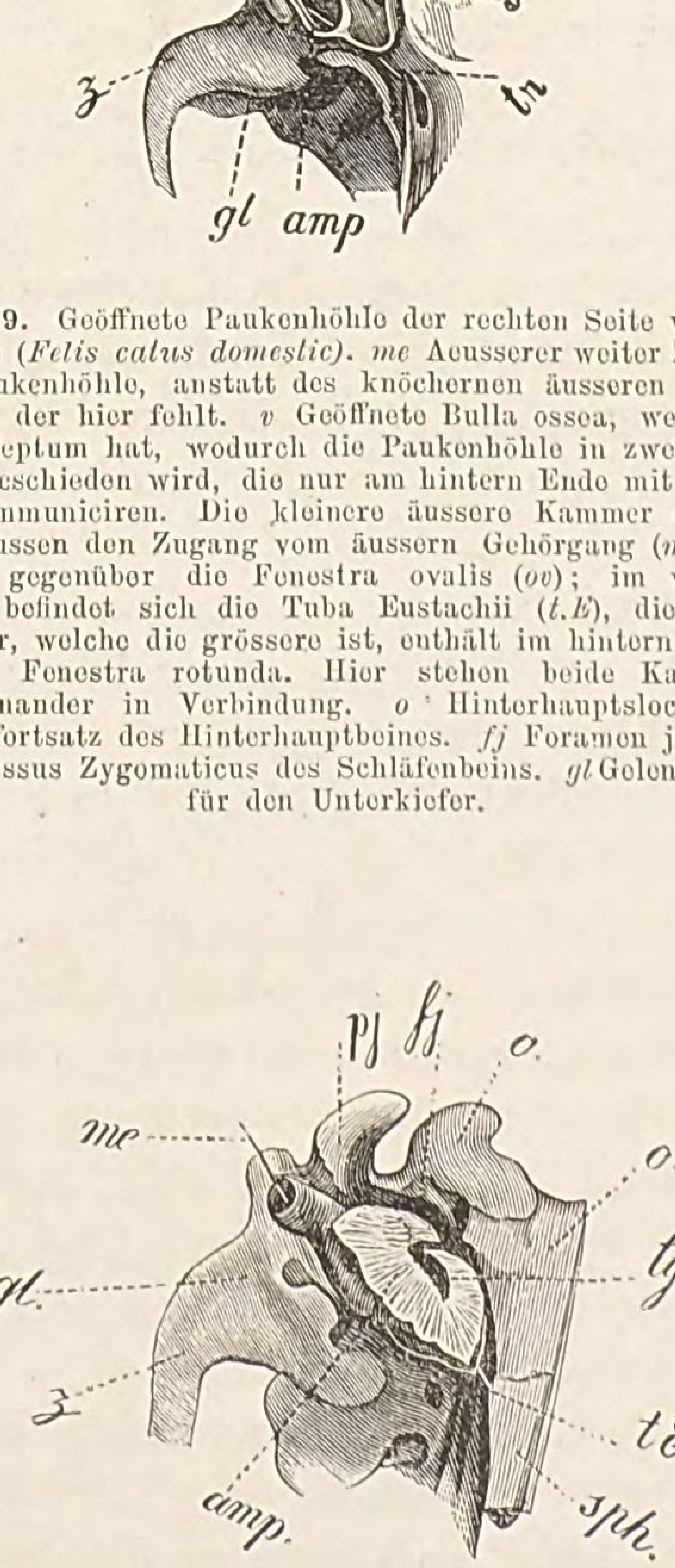


Fig. 620. Aeusserer Gehörgang (*me*) und geöffnete Paukenhöhle (*ty*) der rechten Seite vom jungen Rind (*Bos taurus*). *me* Knöcherner äusserer Gehörgang, in den eine Sonde eingelegt ist. *b* Bulla ossea, die dickwandig und zellig, daher die Paukenhöhle eng ist. Die Zellen der Wandung münden alle in letztere ein. *t.E* Sonde, welche in die Tuba Eustachii eingeführt ist. *o* Process. condyl. oss. occipitis. *o'* Corpus oss. occip. *pj* Process. jug. oss. occ. *fj* Foramen jugulare. *sph* Körper des hintern Keilbeins. *z* Proc. zygomat. oss. temp. *gl* Gelenkgrube für den Unterkiefer.

Die Bulla ossea, zu welcher der aus dem embryonalen Paukenring hervorgegangene Paukenknochen sich umwandelt, ist besonders gross und eine einfache innen glatte Höhle einschliessend bei den Nagern und Carnivoren. Bei Felis (Fig. 616) ist diese Höhle durch ein Septum in zwei mit einander communicirende Kammern geschieden, in deren eine (vordere) die Fenestra vestibuli, in die andere die Fenestra cochleae gerichtet ist. Von Letzterer behauptet Hyrtl mit Unrecht, dass sie auch in die vordere Kammer gewendet sei. Lutra und Meles haben eine mehrfächerige Bulla, und die kleinen Mustelaarten eine kleinzellige. Unter den Nagern haben nur die Feldmaus und der Lemming eine kleine Paukenhöhle, da die Wand der Bulla von dicker, schwammiger Beschaffenheit ist. Aehnlich ist es auch bei den meisten Wiederkäuern, besonders bei Bos (Fig. 617), Moschus, Camelus, dann bei den Einhufern und beim Schwein und andern Pachydermen. Bei Capra, Cervus, Ovis, Lama, Giraffe u. a. dagegen ist die Bulla innen von Zellen frei. Aehnliches auch bei Hyrax unter den Pachydermen. Bei den Chiropteren ist die Bulla ansehnlich, aber dünnwandig, fast durchsichtig, und bei vielen (Rhinolophus u. a.) nach hinten und unten die Paukenhöhle offen lassend, so dass das Promontorium, das hier eine ganz besondere Grösse hat, zum Theil frei an der Basis cranii sichtbar ist. Bei Erinaceus ist der Pau-

kenknochen zwar klein, gleichsam nur ein breiter Trommelfellring, aber die Paukenhöhle dennoch geräumig, da ein Theil des Keilbeins (Körper u. gr. Flügel) an ihrer Bildung Antheil nimmt. Das Faulthier hat eine sehr umfangreiche obere Nebenhöhle, welche die ganze Schläfschuppe einnimmt und selbst in den Jochfortsatz sich ausdehnt. Manis hat noch eine ansehnliche obere Nebenhöhle, die aber in vier strahlige Fächer getheilt ist. Auch die Nager (Fig. 621) haben eine ansehnliche Bulla ossea und eine obere Nebenhöhle, die bei manchen sehr gross ist und selbst bis zum Scheitel (Dipus sagitta, Chinchilla lanigera, jerbosa) sich ausdehnt. Die Fenestra vestibuli und cochleae stehen beim Faulthier dem Trommelfell parallel. Bei Myrmecophaga jubata sieht das Vorhofsfenster in die obere Nebenhöhle. Das Schneckenfenster kann ebenfalls vom Trommelfell aus nicht gesehen werden. — Echidna hat statt eines Paukenknochens nur einen horizontal liegenden Annulus tympanicus. Während die Fenestra vestibuli vom Trommelfell her sichtbar ist, liegt die Fenestra cochleae weit nach hinten, ganz verborgen in einer engen Ausbuchtung der Trommelhöhle, daher auch Hyrtl glaubte, sie fehle ganz. Beim Schnabelthier ist die Paukenhöhle noch kleiner, als bei Echidna und von einem Fortsatze des Hinterhauptbeins überdeckt. Nach vorn von diesem sieht das Vorhofsfenster, nach hinten das Schneckenfenster. — Bei den Cetaceen, besonders den ächten, ist die Bulla ossea ansehnlich gross und muschelförmig eingerollt. Die Fenestra vestibuli steht in einer Ebene, welche mit dem Trommelfell einen rechten Winkel bildet. Die Fenestra cochleae ist vom Trommelfell aus gar nicht sichtbar. Bei den Delphinen stehen, als Vertreter der knöchernen Nebenhöhlen, mehrere divergirend auseinander gerichtete häutige Schläuche mit der Paukenhöhle in Verbindung, die von Breschet für venöse Blutbehälter gehalten wurden (Hyrtl).

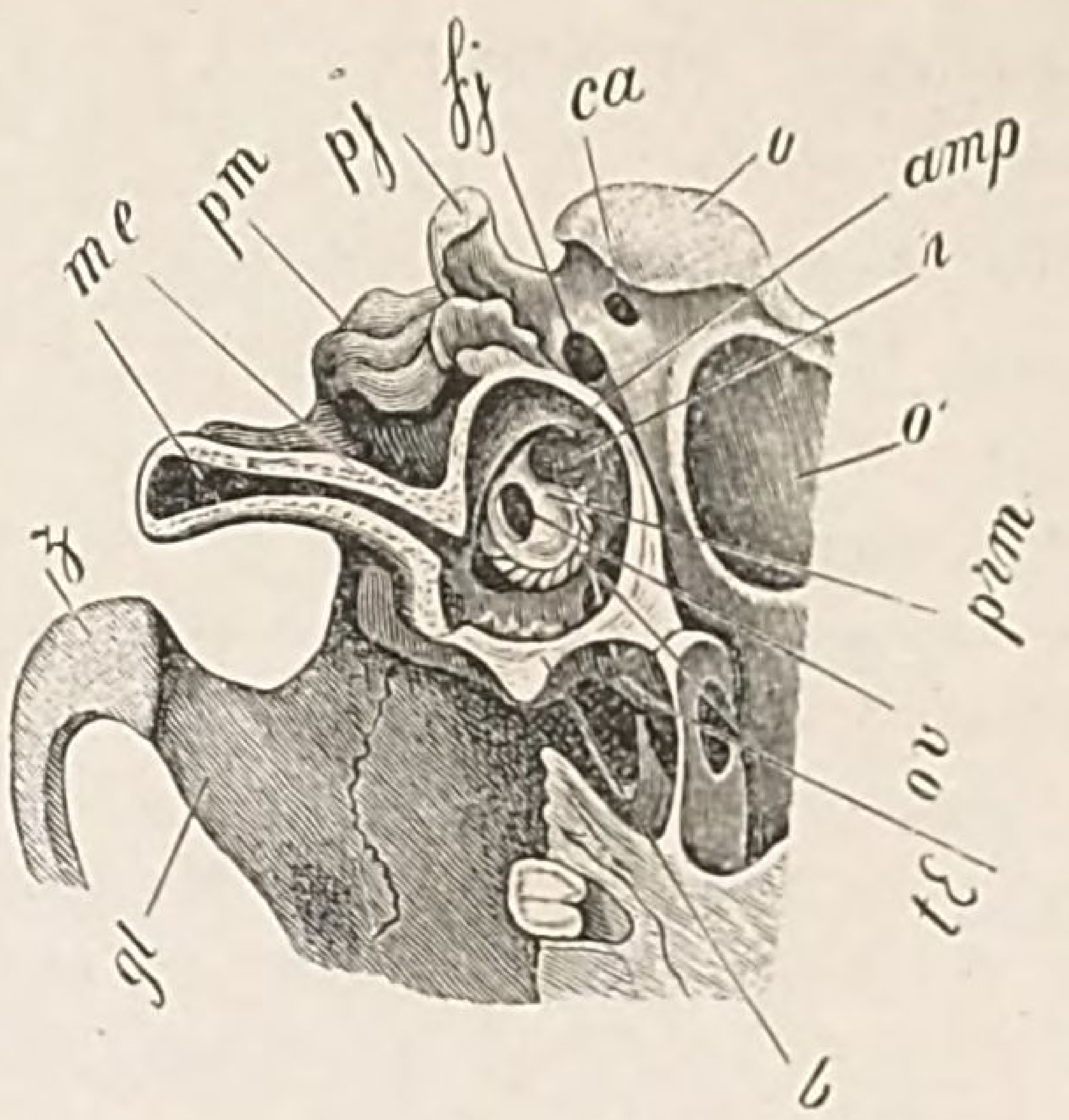


Fig. 621. Knöcherner äusserer Gehörgang mit der Paukenhöhle der rechten Seite vom Biber (*Castor fiber*). *me* Aeusserer Gehörgang. *b* Bulla ossea geöffnet und dadurch Einblick in die Paukenhöhle (*Cavum tympani*). *ov* Fenestra ovalis. *r* Fenestra rotunda. *prm* Promontorium. *pm* Processus mastoïd. *pj* Process. jugularis des Os occipitis. *o* Condylus oss. occip. *o'* Grube der untern Seite des Körpers des Hinterhauptbeins. *ca* Foramen condiloïdeum anticum. *fj* Foramen jugulare. *t.E* Tuba Eustachii. *gl* Gelenkgrube für den Gelenkkopf des Unterkiefers. *z* Process. zygomaticus des Schläfenbeins. *Me* Knöcherner äusserer Gehörgang (*Meatus auditor. ext.*).

Das Paukenfell, durch welches die Paukenhöhle nach aussen abgeschlossen wird, steht, wie beim Menschen, mit dem äussersten Glied der Kette der Gehörknöcheln, mit dem Hammer, bei allen Säugethieren in Verbindung und springt meistens nach innen etwas kegelförmig vor. Nur bei den Cetaceen soll es nach Buchanan nach aussen gewölbt sein. Doch beim Narwal fand Hyrtl die Einwärtswölbung vor.

Die Kette der Gehörknöchelchen, welche das Trommelfell mit

dem Labyrinth verbindet, besteht, wie beim Menschen, aus drei Gliedern, dem Hammer, Ambos und Steigbügel, die hinsichtlich ihrer Form und Grösse zwar viele Verschiedenheiten zeigen, aber im Allgemeinen doch Aehnlichkeit mit den menschlichen noch mehr oder weniger erkennen lassen. Mitunter ist ihre Zahl durch ein accessorisches Zwischenstückchen vermehrt, bisweilen aber auch in Folge einer Verwachsung von Hammer und Ambos vermindert, wie dies bei Echidna, Hystrix, Cavia, Hydrochœrus, Bathiergus u. a. gefunden zu werden pflegt.

Ueber die verschiedene Form und Grösse der Gehörknochen sehe man besonders Hyrtl's vortreffliche oben angeführte Schrift nach. Hier sei nur der Formumwandlung gedacht, welche der Steigbügel erleidet, indem die Oeffnung zwischen seinen beiden Schenkeln bei einigen Thieren (Cetaceen, Robben, Bos u. a.) sehr klein wird und bei andern (Schnabelthier, Echidna, Beutelthieren) endlich ganz schwindet und die beiden Schenkel zu einer einfachen Knochensäule verschmelzen, welche offenbar den Uebergang zur Columella der Vögel und Amphibien bildet.

Die Tuba Eustachii ist bei allen Säugethieren, mit vielleicht einziger Ausnahme von Myrmecophaga jubata, wo Hyrtl sie nicht finden konnte, — vorhanden und mündet, trichterförmig sich erweiternd, in die Schlundkopfhöhle. Nur bei den Cetaceen führt sie in einem starken Bogen nach oben in die Nasenhöhle. Bei den Einhufern steht sie mit einem Schleimhautsacke — dem sog. Luftsack, der unter dem Körper des Hinterhauptbeins liegt — in Verbindung.

Vögel und Amphibien zeigen bezüglich des mittleren Ohres sehr auffällige Abänderungen. Die bedeutendste betrifft die Kette der Gehörknochen.

Von den drei Knöchelchen, aus denen diese zusammengesetzt war, fehlen die zwei äusseren (Hammer und Ambos) und ist nur noch der Steigbügel davon übrig, dessen Form indess sich verändert hat. Seine das Vorhofsfenster füllende Platte trägt statt der zwei Schenkel (wozu übrigens schon bei den Säugethieren Uebergänge sich fanden) nur einen einfachen Knochenstab, ein Knochensäulchen, dessen äusseres Ende statt mittelbar (durch Ambos und Hammer), nun unmittelbar mit dem Trommelfell in Verbindung steht, so dass die Leitung der Schallwellen vom letztern zum Vorhof nicht mehr durch eine knöcherne Gliederkette, sondern durch einen ungetheilten Knochenstab — die sog. Columella — vermittelt wird.

Die beiden äussern Gehörknöchelchen, der Hammer und Ambos, sind übrigens nicht dem Untergang anheimgefallen, sondern haben nur die Beziehung ihrer Leistung zur Gehörfunktion abgelegt und sind dem Antlitzskelet, dem sie beide entlehnt wurden, wieder zurückgegeben worden. Der eine dieser Knochen, der Ambos, bildet nun das den Vögeln und Amphibien eigene Os quadratum, der andere, der Hammer, wird zu dem durch Gelenk mit

dem Quadratum verbundenen Articulare des Unterkiefers. Die Abstammung des Hammers aus dem obersten Theil des primitiven Unterkieferknorpels verräth sich bei den Säugethieren und dem Menschen in der Fœtalperiode noch durch einen zur Innenseite des Unterkiefers abgehenden Knorpelfortsatz — sog. Meckel'scher Fortsatz —, der später allerdings schwindet und von dem nur sein in der Paukenhöhle liegender Theil als Processus longus mallei noch im jugendlichen Alter sich erhält, bis endlich im spätern Lebensalter auch dieser un tergeht.

Auch die Paukenhöhle zeigt namentlich bei den Amphibien grosse Verschiedenheiten, je nachdem die Thiere unter Verhältnissen leben, unter denen sie der Zuleitung der Schallwellen aus der Luft entbehren können oder nicht. So fehlt den auf der Erde kriechenden Schlangen und vielen schlangenähnlichen Sauriern (z. B. Amphisbæna), sowie den in der Erde oder im Wasser lebenden nackten Amphibien (Salamandrinen u. a.) die Paukenhöhle mit der Columella, also der Theil des Apparates, der nur auf die Leitung derjenigen Schallwellen berechnet ist, welche durch die Luft dem Körper zugeführt werden. Bei den Schlangen findet sich zwar eine Columella vor, aber sie ist ganz in die Muskeln vergraben. Indess die das ovale Fenster ausfüllende Platte ist unter allen Umständen stets vorhanden, wenn auch von der Paukenhöhle und dem übrigen Theil der Columella keine Spur vorhanden ist. Sie stellt dann das die Fenestra vestibuli verschliessende Operculum dar.

Die ungeschwänzten Batrachier, welche die Schallwellen nur aus der Luft empfangen, besitzen dagegen Paukenhöhle mit Columella und Trommelfell. Letzteres liegt meistens an der Oberfläche des Kopfes und wird von einer verdünnten Platte der äussern Haut überzogen. Bei manchen geht jedoch die letztere unverändert über dasselbe hinweg, so dass es seine Lage dem äussern Anblick mehr verbirgt. Nur bei Eidechsen liegt es in einer von der Bedeckung gebildeten Grube, die bei den Krokodilen selbst eine so ansehnliche Tiefe erlangt, dass man hier von einem Rudiment eines äussern Gehörganges sprechen kann. Den Chamæleonten fehlt das Trommelfell, während die Paukenhöhle und die Ausmündung in die Rachenhöhle vorhanden ist.

Was die Tuben anbelangt, so zeigen sie bei Vögeln und Krokodilen und unter den nackten Amphibien bei Pipa das Besondere, dass ihre Rachenenden zu einem gemeinsamen Kanale verbunden sind.

Wenn schon bei den Amphibien, namentlich solchen, bei welchen die Leitung der Schallwellen mehr schon durch den Körper vermittelt wurde, eine dem völligen Untergange nahestehende Reduction des Schallleitungsapparates wahrgenommen werden konnte, — so fällt bei den Fischen, bei welchen die Leitung der nur aus dem Wasser kommenden Schallwellen zum Labyrinth durch den Körper erfolgt, auch jede Spur eines Apparates weg,

dessen Bestimmung bei den übrigen Wirbelthieren ausschliesslich in der Leitung der aus der Luft kommenden Schallwellen bestand. — Die Paukenhöhle, welche bei höheren Thieren aus einer Metamorphose der vorderen Kiemenspalte hervor sich bildete, löst sich bei den Fischen zu dieser wieder auf, und die Columella, welche aus dem oberen Theil des zweiten Kiemenbogens der Fische, aus dem s. g. Hyomandibulare, entlehnt wurde, kehrt nun auch zu ihrer ursprünglichen Sceletbestimmung zurück.

c. Aeusserer Theil des Gehörapparates (*Auris externa*).

Es wird vom äussern Ohre und dem äussern Gehörgange gebildet. Das äussere Ohr stellt eine über einen im Allgemeinen löffelförmig gestalteten elastischen Knorpel straff ausgespannte Hautausbreitung dar, darauf berechnet, die Schallwellen aus der Luft aufzufangen und dem Gehörgange zuzuleiten. Um diese Aufgabe ihm zu erleichtern, ist es viel beweglicher, und mit mehr und stärkeren Muskeln ausgerüstet, als beim Menschen, durch welche es in die zum Auffangen der Schallwellen jeweils günstige Stellung gebracht wird. Wo, wie beim Menschen, diese Muskeln weniger ausgebildet sind, und das Ohr mehr ausnahmsweise willkürlich bewegt wird, wird die zum bessern Hören günstige Stellung durch die Bewegung des Kopfes erlangt. Während hinsichtlich seiner Form mehr Gleichförmigkeit wahrzunehmen ist und nur das der Affen dem menschlichen ähnlich ist, zeigt es in Betreff seiner Grösse viel Verschiedenheiten.

Wo die Thiere ausschliesslich oder vorzugsweise im Wasser oder in der Erde leben und sonach aus der Luft selten Schallwellen zugeführt bekommen, ist auch das äussere Ohr sehr verkümmert oder fehlt ganz, wie die Cetaceen, die meisten Robben, das Schnabelthier, der Maulwurf u. a. Beispiele abgeben. Um beim Untertauchen unter das Wasser den Eintritt des letztern in den Gehörgang zu verhindern, finden sich, wo dieser nicht durch grosse Enge und Länge das Eindringen des Wassers schon erschwert, besondere Vorrichtungen vor, wodurch sein Eingang klappenartig verschlossen werden kann. So kann bei Sorex das äussere Ohr durch seine Muskeln so zusammengelegt und eingezogen werden, dass der Gehörgang von aussen ganz abgeschlossen ist.

Klein ist das äussere Ohr auch beim Faulthier, bei Otaria u. a.; relativ sehr gross ist es bei den Chiropteren, besonders den insectivoren, die, im Dunkel des Abends ihre Nahrung suchend, mittelst ihres geschärften Gehörs die Insekten im Fluge erhaschen. Das absolut grösste äussere Ohr besitzt der afrikanische Elephant. — Der sonst einfache Ohrknorpel zerfällt bei vielen Säugethieren in drei verschiedene Stücke. Ueber diese und die zahlreichen 18—28 Muskeln des äusseren Ohres, vergl. Gurlt

vergl. Anatomie der Haussäugethiere, Th. 1 und Hannover, de cartilaginibus, musculis, nervis auris externae. Hafniae 1830.

Der äussere Gehörgang, der in einer Vertiefung des äusseren Ohres beginnt und nach innen am Trommelfell endigt, zeigt viele Verschiedenheiten hinsichtlich seiner Länge, Weite und seines Verlaufes. Die Länge ist zum Theil abhängig von der Anwesenheit oder dem Mangel eines knöchernen äussern Gehörganges. Die Affen der alten Welt, die Wiederkäuer (Fig. 622), Einhufer, Pachydermen, einige Nager (Castor [Fig. 623], Lepus, Hydrochœrus), einige Carnivoren (Canis, Lutra, Meles) besitzen einen knöchernen Gehörgang, während er den Affen der neuen Welt, den Halbaffen, Chiropteren, Edentaten, Monotremen, den meisten Carnivoren (Fig. 624) und Nagern u. a. entweder ganz mangelt, oder doch nur sehr kurz ist und hier nur eine knorpelig-häutige Wandung besitzt. Sehr eng ist der Gehörgang unter den Nagern bei Hydrochœrus, Castor (Fig. 623), unter den Pachydermen beim Schwein, und ganz besonders eng ist er bei den Cetaceen, wo er kaum noch Schallwellen von aussen nach innen durchzuleiten im Stande zu sein scheint. Doch erweitert er sich gegen das Trommelfell hin sehr bedeutend. Bei Ovis, Capra u. Antilope ist der knöcherne Gehörgang fast ganz vom Os tympanicum gebil-

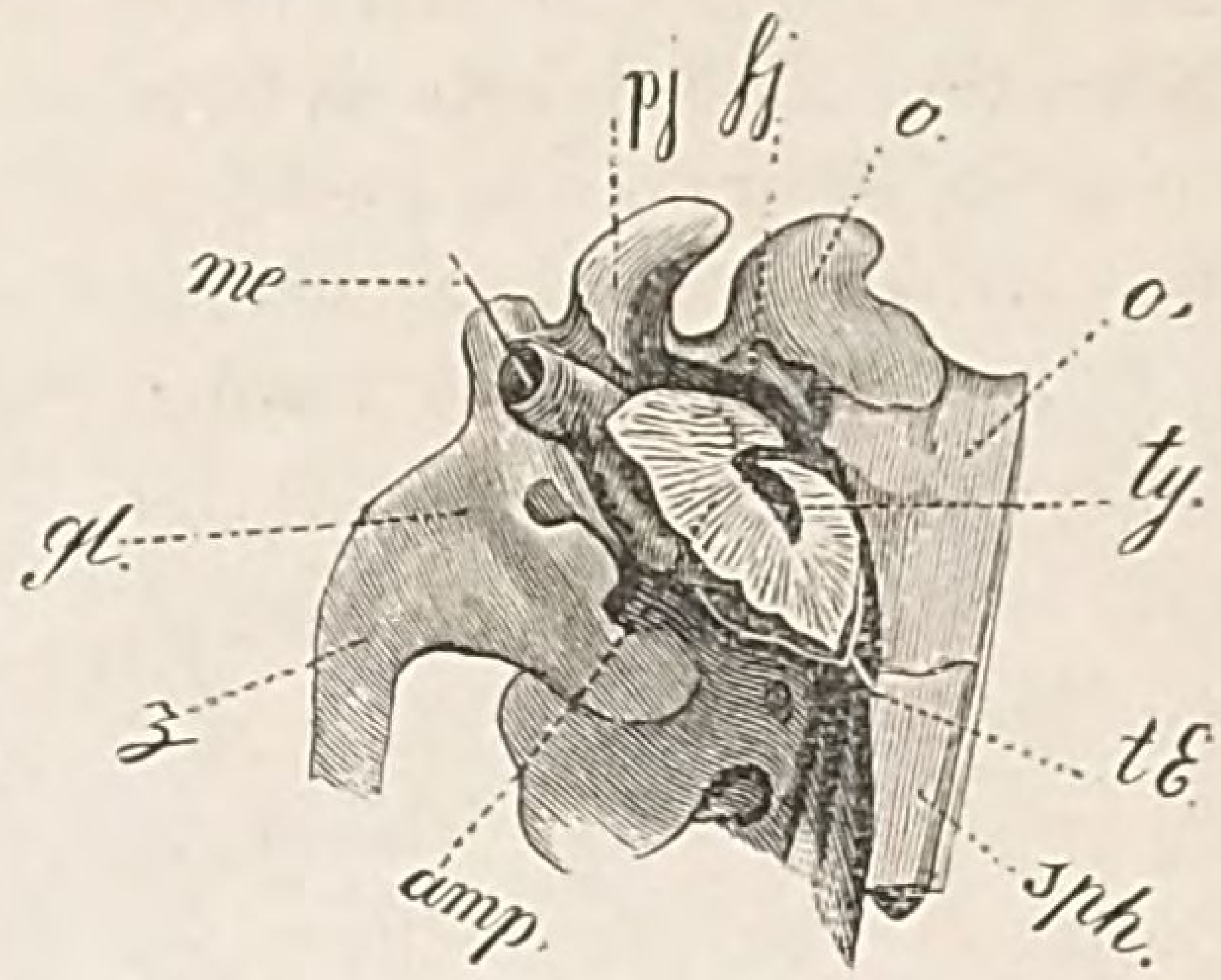


Fig. 622. Aeusserer Gehörgang (*me*) und geöffnete Paukenhöhle (*ty*) der rechten Seite vom jungen Rind (*Bos taurus*). *me* Knöcherner äusserer Gehörgang, in den eine Sonde eingelegt ist. *b* Bulla ossea, die dickwandig und zellig, daher die Paukenhöhle eng ist. Die Zellen der Wandung münden alle in letztere ein. *t.E* Sonde, welche in die Tuba Eustachii eingeführt ist. *o* Process. condyl. oss. occipitis. *o'* Corpus oss. occip. *pj* Process. jug. oss. occ. *fj* Foramen jugulare. *sph* Körper des hintern Keilbeins. *z* Proc. zygomat. oss. temp. *gl* Gelenkgrube für den Unterkiefer.

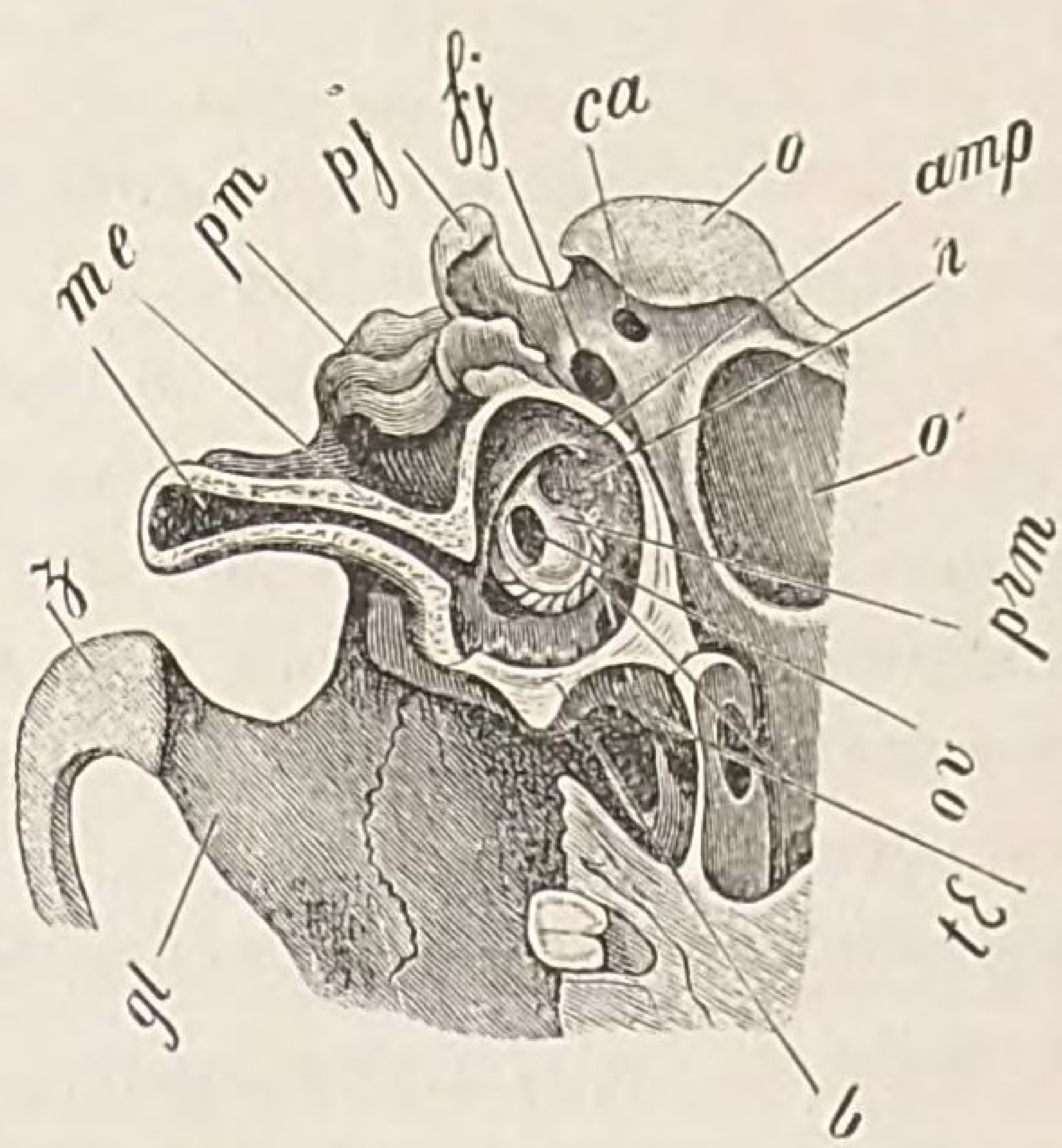


Fig. 623. Knöcherner äusserer Gehörgang mit der Paukenhöhle der rechten Seite vom Biber (*Castor fiber*). *me* Aeusserer Gehörgang. *b* Bulla ossea geöffnet und dadurch Einblick in die Paukenhöhle (*Cavum tympani*). *ov* Fenestra ovalis. *r* Fenestra rotunda. *prm* Promontorium. *pm* Processus mastoïd. *pj* Process. jugularis des Os occipitis. *o* Condylus oss. occip. *o'* Grube der untern Seite des Körpers des Hinterhauptbeins. *ca* Foramen condyloïdeum anticum. *fj* Foramen jugulare. *t.E* Tuba Eustachii. *gl* Gelenkgrube für den Gelenkkopf des Unterkiefers. *z* Process. zygomaticus des Schläfenbeins. *me* Knöcherner äusserer Gehörgang (*Meatus auditor. ext.*).

det; bei andern Gattungen nimmt von oben her noch die Schuppe Theil. Bei ersteren soll er einwärts seine obere Wand verlieren und dadurch eine dreieckige Oeffnung erhalten, welche, in den obern Sinus der Paukenhöhle, über den Gehörknöchelchen, führend, von der häutigen Auskleidung des Ganges überdeckt werde. Hyrtl glaubt, dass durch diese Stelle Schallwellen in die Paukenhöhle gelangen könnten, ohne das Trommelfell berührt zu haben. Bei Dipus jerbosa ist der knöcherne Gehörgang so erweitert, dass er eine Art Bulla ossea darstellt. Ueber dem eigentlichen Trommelfelle findet sich, Hyrtl zu Folge, noch ein zweites accessorisches Trommelfell vor, welches eine Oeffnung verschliesst, die, wie im vorher erwähnten Falle, in die obere Nebenhöhle führt.

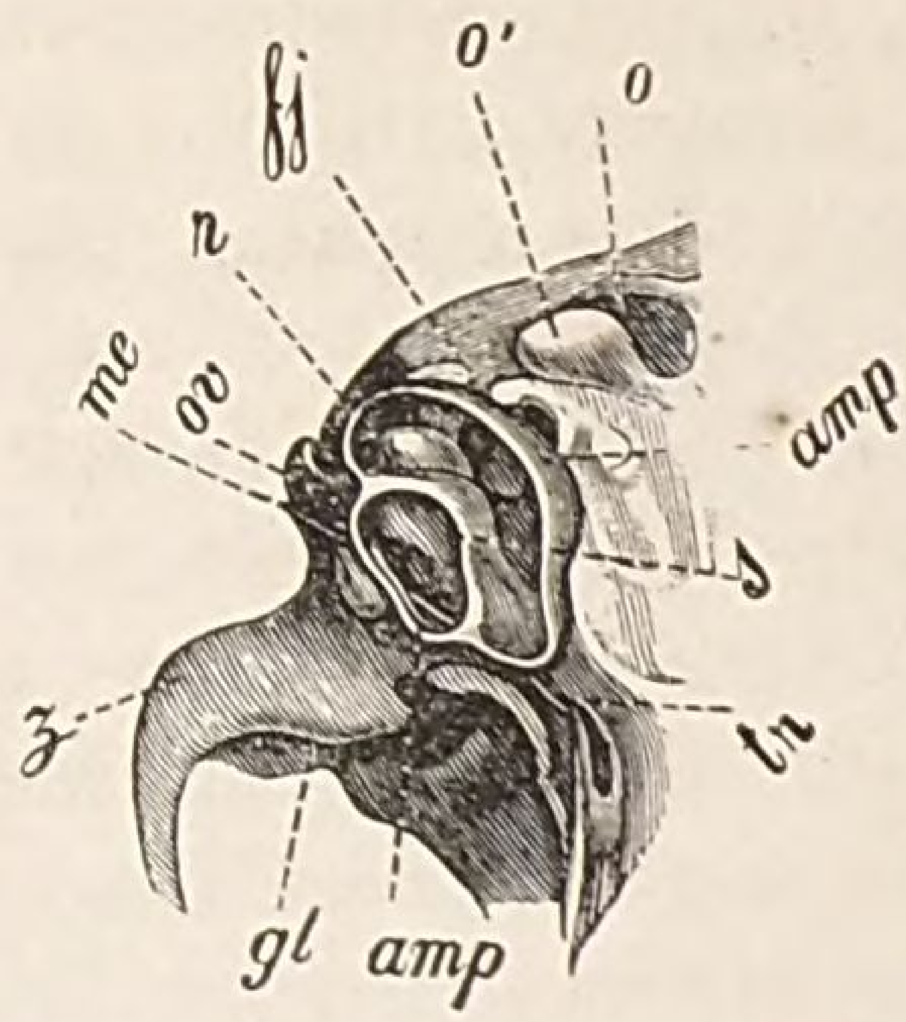


Fig. 624. Geöffnete Paukenhöhle der rechten Seite von der Katze (*Felis catus domestic.*). *me* Aeusserer weiter Zugang zur Paukenhöhle, anstatt des knöchernen äusseren Gehörganges, der hier fehlt. *v* Geöffnete Bulla ossea, welche in *s* ein Septum hat, wodurch die Paukenhöhle in zwei Kammern geschieden wird, die nur am hintern Ende mit einander communiciren. Die kleinere äussere Kammer enthält nach aussen den Zugang vom äussern Gehörgang (*me*) und diesem gegenüber die Fenestra ovalis (*ov*); im vordern Theile befindet sich die Tuba Eustachii (*t.E*), die innere Kammer, welche die grössere ist, enthält im hintern Theile (*r*) die Fenestra rotunda. Hier stehen beide Kammern mit einander in Verbindung. *o* Hinterhauptsloch. *o'* Gelenkfortsatz des Hinterhauptbeines. *fj* Foramen jugulare. *z* Processus zygomaticus des Schläfenbeins. *gl* Gelenkgrube für den Unterkiefer.

Bei den Vögeln fehlt das äussere Ohr ganz allgemein. An der Stelle desselben findet man nur die mit Federn umstellte Oeffnung des kurzen und weiten äussern Gehörganges. Nur bei den Eulen erhebt sich um dieselbe eine Hautfalte, die eine Art äusseres Ohr repräsentirt. Bei der Kürze und Weite des äussern Gehörganges, der Beweglichkeit des Kopfes und der Lebensweise auf Höhen, wodurch die Zuleitung der Schallwellen auf weniger Hindernisse stösst, bedurfte es der vollkommenen Einrichtungen nicht mehr, deren die Säugethiere und der Mensch bezüglich der Auffangung der Schallwellen sich erfreuen können.

Bei den Amphibien kommt nicht allein das äussere Ohr, sondern auch der Gehörgang gänzlich in Wegfall. Das Trommelfell liegt, wie schon oben bemerkt wurde, ganz an der Oberfläche des Kopfes. Nur bei den Eidechsen ist häufig ein rudimentärer Gehörgang in Form einer Grube vorhanden, deren Grund vom Trommelfell gebildet wird. Und beim Crocodil, wo diese noch grösser ist, kann sie selbst durch eine Art Klappe gegen den Zutritt von Wasser verschlossen werden, was mit dem häufigen Aufenthalt des Thieres im Wasser ähnlich in Beziehung steht,

wie die unter den Säugethieren (bei Sorex) vorkommende verwandte Einrichtung.

2. Gehörapparat der wirbellosen Thiere.

Wenn es auch nicht bezweifelt werden kann, dass diejenigen Wirbellosen, denen ein Nervensystem abgeht, auch dieses Sinnesorganes entbehren werden und selbst manche von denen, die ein Nervensystem besitzen, dennoch für Schalleindrücke unempfänglich und sonach taub sind, da sie durch andere Mittel, wie etwa durch das Gefühl u. dgl., sich die nöthige Kunde über den Zustand der sie umgebenden Aussenwelt verschaffen, — so ist doch sicherlich ein Gehörapparat, wenn auch noch so einfach eingerichtet, unter den Wirbellosen weiter verbreitet, als man bis jetzt kennt. Vielleicht wird man ihn bei manchen gar nicht auffinden können, wenn er etwa blos aus einem Hörnerven besteht, der ohne Gehörblase unter irgend einer sonst geeigneten Hautstelle des Körpers sich verbreitet. Wie das Sehorgan, hat auch der Gehörapparat bei den Wirbellosen nicht ausschliesslich am Kopfe, wie bei den Wirbelthieren, seinen Sitz, sondern jeder andere Körpertheil kann auch seinen Träger abgeben. Bei manchen Wirbellosen hat man dieses Organ, ungeachtet sorgsamer Nachforschung, desshalb lange übersehen, weil man es nur am Kopfe glaubte finden zu können.

Wenn man bezüglich des Vorkommens eines Gehörorganes bei vielen Wirbellosen auch noch in Zweifel sein kann, so kann man jedenfalls das als sicher annehmen, dass mindestens solche Wirbellose, welche in irgend welcher Weise Töne oder Geräusche erzeugen können, auch Organe zur Wahrnehmung derselben besitzen müssen. Denn wozu Stimmwerkzeuge, wenn die Stimme nicht gehört werden kann? Allein stimmlose Geschöpfe brauchen desshalb nicht der Gehörwerkzeuge zu entbehren, da wir bei Wirbelthieren schon sahen, dass auch stimmlose, wie die Cetaceen und Fische, dennoch sehr wohl eines Gehörapparates sich erfreuen durften.

Wo man bis jetzt bei den Wirbellosen ein Gehörorgan gefunden hat, ist dasselbe durchweg einfacher, als bei den Wirbelthieren. Der dem Labyrinth der letzteren entsprechende Theil ist, indem Schnecken- und Bogengänge fehlen, blos auf ein, dem Vorhof homologes häutiges Bläschen reducirt, welches das peripherische Ende des Hörnerven trägt, mit heller Flüssigkeit gefüllt ist und die, auch bei den Wirbelthieren allgemein vorhandenen Ohrsteinchen *(Otolithi)* enthält.

Besondere Leitungsapparate finden sich, wie bei den Wirbelthieren, nur in den Fällen vor, wo die Schallwellen aus der Luft zugeleitet werden, während bei den andern sie ebensowohl fehlen, als dies auch bei den im Wasser oder in der Erde u. dgl. lebenden Wirbelthieren der Fall war.

Das einfache Gehörbläschen, das bei Würmern und Mollusken das Gehörorgan darstellt, sitzt entweder auf dem Ende eines gesonderten Hörnerven, oder unmittelbar auf dem Nervencentrum (dem untern Schlundganglion) auf. Die Innenfläche trägt immer ein Epithel, dessen Zellen eine sehr verschiedene Form haben können, aber am freien Ende immer Cilia tragen, also Flimmerzellen sind.

In manchen Fällen stehen zwischen diesen Flimmerzellen noch andere meistens etwas grössere, welche längere, cilienähnliche, indess mehr steife, oft dicke borstenartige Gebilde tragen, die bald einzeln, bald büschelförmig die andern Cilien überragen und in die Höhle des Bläschens, gegen den Otolithen gerichtet sind. Sie heissen die Gehörhaare und haben offenbar die Bestimmung, die Erzitterungen, in welche die das Bläschen erfüllende Flüssigkeit und der darin enthaltene Otolith durch die zugetragenen Schallwellen versetzt wird, auf das peripherische Ende des Hörnerven fortzuleiten, um dadurch diesen intensiver zu erregen.

Bei den Cephalopoden ist das Gehörbläschen, das eine birnförmige Gestalt hat, in eine Knorpelhöhle am hintern Theile des Kopfknorpels eingelegt, die sich zu ihm ähnlich verhält, als das knöcherne Labyrinth der Wirbelthiere zu dem eingeschlossenen häutigen, indem nämlich das Bläschen die Höhle nicht vollständig erfüllt und der bleibende Zwischenraum mit einer, dasselbe äusserlich bespülenden Flüssigkeit (Perilymphe) eingenommen ist.

Das Gehörorgan der Crustaceen, namentlich der höheren Formen, der Decapoden, — bei denen es am Basalgliede des innern Fühlers liegt, — zeigt eine abweichende Form, indem es, statt einer geschlossenen, eine nach aussen offene Blase darstellt, die keinen Otolith einschliesst, dieser vielmehr durch von aussen eindringende feine Sandkörnchen u. dgl. vertreten wird. Wenn man indess in Erwägung zieht, dass das primitive Gehörbläschen der Wirbelthiere aus einer Einstülpung der äussern Haut hervor sich bildet und demnach auch das geschlossene Gehörbläschen der Wirbellosen wohl einen gleichen Ursprung hat, so lässt sich die offene Gehörblase der Decapoden als eine dem ursprünglichen Zustande noch näher stehende Form ansehen.

Unter den luftathmenden Arthropoden sind es nur wenige, bei denen bis jetzt Gehörapparate dargelegt werden konnten, nämlich bei den, auch mit Stimmwerkzeugen versehenen Orthopteren, namentlich bei den Acridiern, Locustinen und Achetiden; dann wurden auch noch bei Dipteren und Käfern ähnliche Bildungen, die man für Hörorgane wohl ansprechen darf, vorgefunden (Leydig).

Bei den Locustinen findet sich das Gehörorgan in dem Schienbein

des Vorderfusses (Fig. 625 *A*), und bei den Acridiern ist es im Metathorax, jederseits über der Basis des dritten Fusspaares gelagert.

Bei Locustinen zeigt es folgende Anordnung. Der schallpercipirende Theil des Organs wird von eigenthümlichen, stäbchenförmigen Gebilden (Fig. 625 *B*, *au*) dargestellt, welche dem, zu einem länglich-bandförmigen Ganglion (*gl*) angeschwollenen und aus dem ersten Brustganglion entspringenden Hörnerven (*n*) aufsitzen, in einer Reihe quer über einander stehen (*au*) und je von einem Wasserbläschen umschlossen sind (Fig. 625 *C*). Dieser percipirende Apparat liegt in einer leichten Aushöhlung eines blasig erweiterten Tracheenstammes und wird an der entgegengesetzten Seite vom Trommelfell, das im Grunde des länglichen Spaltes des Schienbeines liegt (Fig. 625 *A*), nach aussen überlagert. Der Hörnerv mit seinen acustischen Endgebilden liegt also zwischen dem Trommelfell und der Tracheenblase. Da das erstere sowohl, als die Wandung der letzteren schwingungsfähige Flächen darstellen, so werden Schallwellen, welche sowohl jenes von aussen direct treffen, als auch solche, welche auf diese gelangen, den schallpercipirenden Endgebilden des Hörnerven zugeführt. Das Gehörorgan bei den Achetiden und Acridiern ist nach gleichem Plane angelegt.

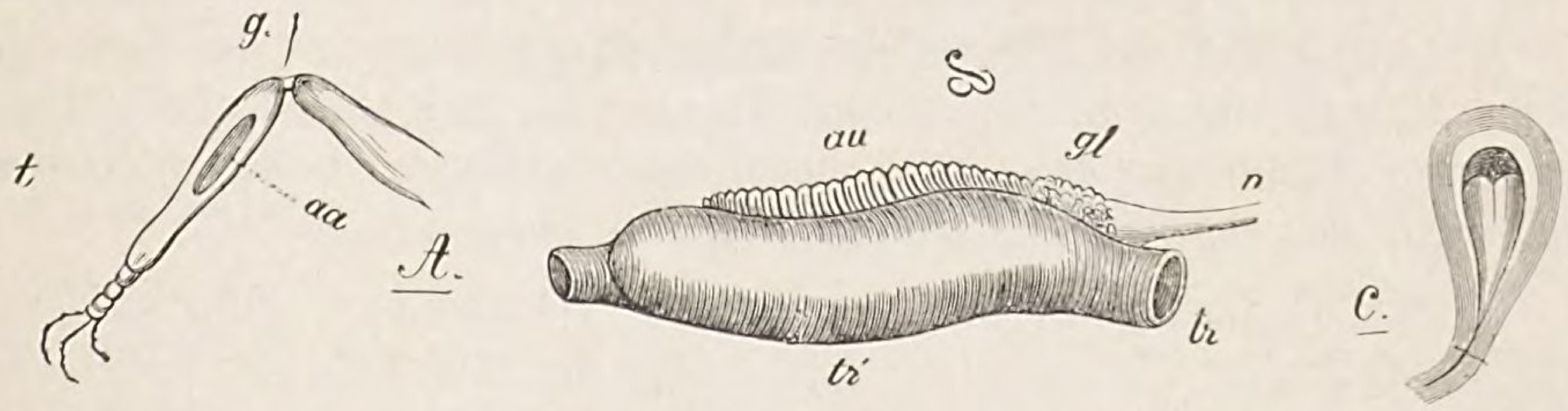


Fig. 625. Gehörorgan von Locusta viridissima. *A*. Aeussere spaltförmige Gehörsöffnung im Schienbein (*t*) des Vorderfusses, in deren Grunde die den Spalt verschliessende Trommelhaut liegt. — *B*. Der unter der Trommelhaut befindliche Theil des Gehörapparates (nach Siebold). *tr* Grosse Tracheenröhre, welche, vom Oberschenkel in die Tibia eintretend, in letzterer zu einer länglichen Blase sich erweitert und an der gegen das Trommelfell gekehrten Seite, in einer länglichen Vertiefung, den acustischen Endapparat des Hörnerven trägt. *n* Hörnerv (*N. acusticus*). *gl* Ganglion acusticum. *au* Acustischer Endapparat, von einer bandförmigen Fortsetzung des Ganglion acusticum getragen. Er besteht aus den Gehörstäbchen, den peripherischen Endgebilden des Hörnerven, welche in länglichen Bläschen liegen, die mit ihren dünnen Stielen in die Nervenfasern des Ganglion acusticum übergehen. — *C*. Ein einzelnes solches Endbläschen, mit dem innen liegenden Gehörstäbchen (nach Leydig).

Bei Arachniden und Myriapoden hat man bis jetzt keine Gehörorgane auffinden können. Ebenso entbehren auch, wie es scheint, die Echinodermen, dann die niedern Formen der Cœlenteraten und endlich die Protozoën dieser Organe.

3. Riechapparat.

v. Baer, Ueber die Geruchsorgane der Delphine, in Isis 1826. S. 84. Taf. V. — Derselbe, Die Muscheln der Säugethiere, in Isis 1831. Taf. VII. — Born, Ueber die

Nasenhöhlen und den Thränennasengang der Amphibien, im morpholog. Jahrbuch. Bd. II. S. 577. Nebst 3 Tafelabbildungen. — C. G. Carus, Erläuterungstafeln z. vergl. Anat. Heft 9. — Cuvier, Vorlesungen über vergl. Anat. Bd. 2. S. 614. — Derselbe, in den Annales du Muséum d'histoire nat. Vol. 18. 1811. pag. 412. — Erichsons, Dissertatio de antennarum fabrica et usu in Insectis. — Gegenbaur, Ueber die Nasenmuscheln der Vögel, in Jen. Zeitschr. Bd. 7. — Harwood, Systeme d. vergl. Anatomie. Uebers. von Wiedemann, Berlin 1799. — Jobert, Sur les glands nasales des oiseaux, in ann. d. sc. n. 5me Ser. T. 11. — Kölliker, Das Geruchsorgan von Amphioxus, in Müller's Archiv 1843. S. 32. Leydig, Lehrbuch der Histologie. S. 215. — J. Müller, Anatomie der Myxinoïden. Taf. 4. — Derselbe, Ueber die Nasendrüse der Schlangen, in Meckel's Archiv 1829. S. 70. — Nitzsch, Ueber die Nasendrüsen der Vögel, in Meckel's Archiv f. Physiol. 1820. S. 234. — Reiffsteck, De structura org. olfactus mammal. nonnullor. Tüb. 1823 (Diss.). — A. Scarpa, Anatom. disquisitiones de auditu et olfactu. Ticini 1789. — Stannius, Vergl. Anatomie der Wirbelthiere. Berlin 1846. 2. Auflage 1854—56 (Fische und Amphibien). — R. Wagner, Icones zootomicae. Lipsiae 1841. —

V. Carus, Icones zootomicae. Lipsiae 1857. — Lemoine, Les organes de l'odorat, in ann. d. sc. nat. 5me Ser. T. 9. p. 168. — Leydig, Ueber Geruchs- und Gehörorgane der Krebse und Insekten, in Müller's Archiv f. Anat. 1860. S. 265. — Derselbe, Lehrbuch der Histologie. S. 219. — v. Siebold, Vergl. Anatomie der wirbellosen Thiere. Berlin 1848.

1. Riechorgan *(Organon olfactus)* der Wirbelthiere.

Durch den Riechsinn verschaffen sich die Thiere Kenntniss von der Beschaffenheit des Mediums, worin sie leben, von den Beimischungen, welche dieses enthält. Dadurch wird er zum besonderen Führer für das Aufsuchen der Nahrungsmittel, das Wittern des verfolgenden Feindes und das Auffinden des andern Geschlechtes. Daher auch während der Brunstzeit bei den Thieren zur Erleichterung dieses Auffindens viele starkriechende Absonderungen auftreten, oder doch in verstärktem Maasse erscheinen.

Den Sitz des Riechsinns bildet bei den luftathmenden Wirbelthieren die Nasenhöhle (*Cavum nasi*), welche über der Mundhöhle den mittleren Theil des Antlitzes einnimmt. Bei den wasserathmenden sind es dagegen nur Gruben (Riechgruben), die über der Schnauze zu liegen pflegen. Indess ist nicht die ganze Nasenhöhle Riechorgan; sie ist auch noch Durchgangshöhle für die Respirationsluft und Prüfungsorgan für etwaige schädliche, ungeeignete thermische, chemische u. a. dgl. Qualitäten der durchziehenden Einathmungsluft. Daher hat sie ausser einer äussern vordern Eingangsöffnung auch noch eine innere, beziehungsweise hintere, nach der Athmungshöhle führende Ausgangsöffnung, und ist ihre gefäss- und nervenreiche, schleimhäutige Auskleidung nicht blos die Trägerin der Endausbreitung des spezifischen Sinnesnerven — Riechnerven (*N. olfactorius*) — und seiner zellen- und stäbchenförmigen Endgebilde — Riechzellen, Riechstäbchen —, sondern auch noch der Zweige eines Theils des allgemeinen Gefühlsnerven des Kopfes, des N. trigeminus. Die Ausbreitung des Riechnerven (*Regio olfactoria*) nimmt den obern

hintern Theil, der Trigeminus (*Regio respiratoria*) den übrigen der Nasenhöhle ein.

Die Höhle ist ganz allgemein durch eine Scheidewand (*Septum nasi*) in zwei Seitenhälften geschieden, daher sie doppelte Ein- und Ausgänge hat, von denen die ersteren die Nasenlöcher (*Nares*), die letzteren die Choanae darstellen.

Um die, die Nasenhöhle passirende Einathmungsluft möglichst mit der ihre Qualität prüfenden Schleimhaut in Berührung treten zu lassen, springen von ihrer Seitenwand muschelförmig gekrümmte Wulste — die sog. Nasenmuscheln (*Conchae narium*) — derart in die Höhle hervor, dass letztere so verengt wird, dass die Einathmungsluft nur in mehr oder weniger dünnen Schichten durchziehen kann. Beim Menschen trägt jede Nasenhälfte drei solcher Muscheln, eine obere, mittlere und untere. Bei den Wirbelthieren erleidet dieses Verhältniss, wie auch ihre Lage und Form mancherlei Abänderungen.

Die vom Siebbein gebildeten und der mittleren und obern des Menschen entsprechenden Muscheln verhalten sich schon bei Säugethieren im Allgemeinen anders, als bei diesem. Da die Siebplatte (*Lamina cribosa*) und der, die Riechfläche (*Regio olfactoria*) tragende Theil des Siebbeinlabyrinthes nicht, wie beim Menschen, den obersten Abschnitt der Nasenhöhle, sondern den hintersten derselben darstellt, — so haben auch die Muscheln eine dem entsprechende, veränderte Lage und Form erhalten müssen.

Die Nasenfläche des Siebbeinlabyrinthes ist, — statt, wie beim Menschen, durch einen Einschnitt (den obern Nasengang) in zwei Wülste (die mittlere und obere Nasenmuschel) getrennt zu sein — hier vielfach eingeschnitten und dadurch in eine grössere Anzahl schmaler Wülste getrennt, die nach vorn und unten gerichtet sind und von welchen der oberste am längsten ist, während die andern stufenweise an Länge abnehmen, bis der unterste zugleich der kürzeste ist (Fig. 626). Der oberste, längste, ansehnlichste, muschelartige Wulst liegt unter dem, vom Stirn- und Nasenbein gebildeten Nasenrücken, zieht sich mehr oder weniger weit nach vorn und lagert sich, je weiter er nach vorn sich verlängert, um so mehr über die untere Nasenmuschel, welcher derselbe bei einzelnen Thieren, z. B. bei den Einhufern in Form und Grösse selbst ganz gleich kommen kann. Dieser oberste Muschelwulst ist indess nicht der obern Nasenmuschel des Menschen, sondern der mittleren desselben homolog, während die übrigen schmäleren und kürzeren Wülste zusammen der oberen menschlichen Nasenmuschel entsprechen und auch, gleich dieser, die Träger der Riechnervenausbreitung sind.

Der diese zahlreichen kleinen Muscheln bergende Theil der Nasenhöhle ist bei den meisten Säugethieren mehr oder weniger durch eine, vom vordern Keilbeinkörper ausgehende Verlängerung der Art nach unten abgegrenzt und blind abgeschlossen, dass die Riechstätte vom Schlunde her, also für die Ausathmungsluft, unzugänglich ist. Dieser hintere Theil der Nasenhöhle zerfällt

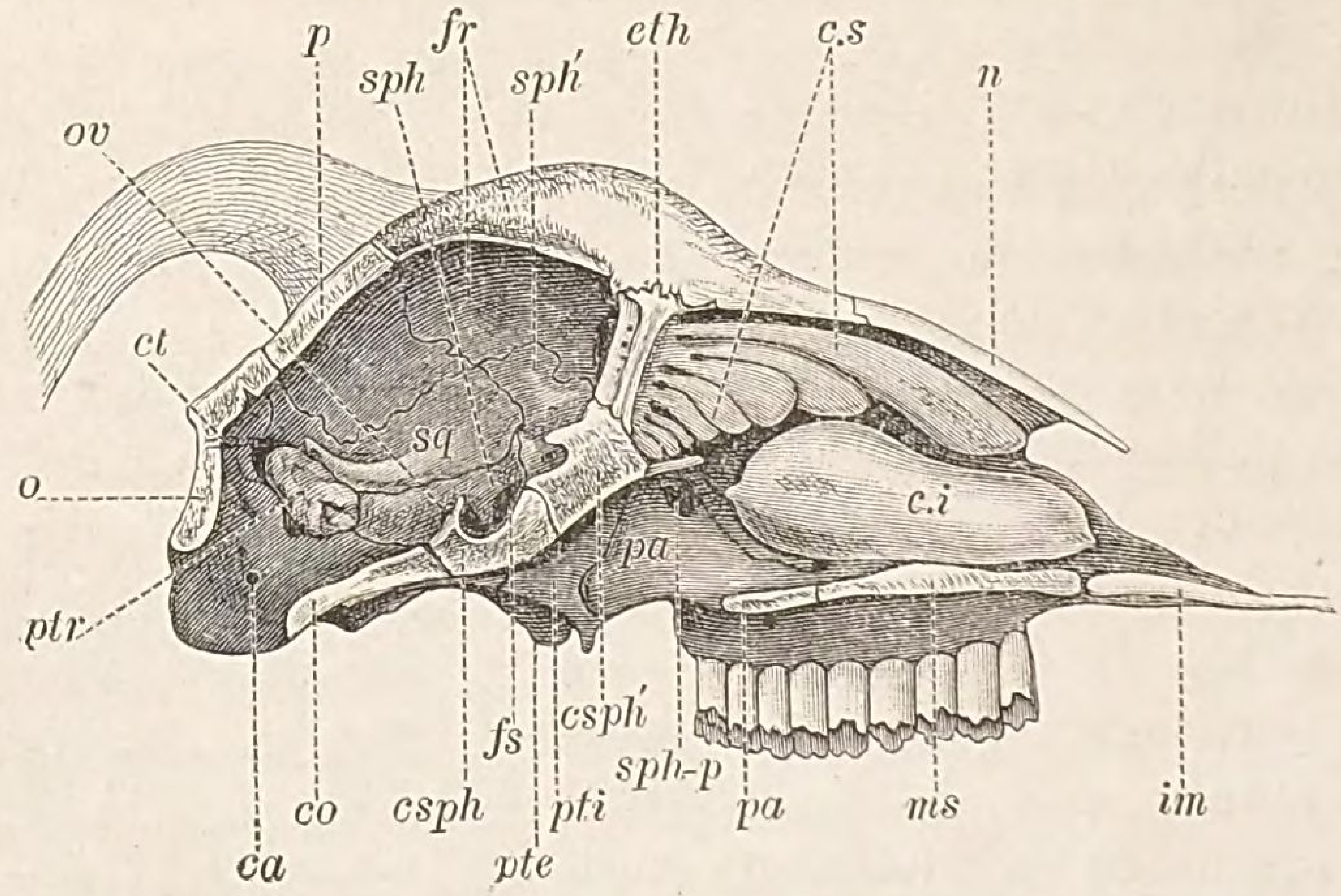


Fig. 626. Senkrechter Längsdurchschnitt des Kopfes vom Schaf (*Ovis*). *o* Os occipitale. *co* Körper desselben. *ca* For. condyloïdeum anterius. *sph* Hinteres Keilbein (*Os sphenoïdeum posterius*). *csph* Körper desselben. *ov* Foram. ovale. *fs* Fissura orbit. sup., mit dem Foram. rot. zusammengeflossen. *sph'* Vorderes Keilbein (*Os sphenoïdeum ant.*). *csph'* Körper desselben. *sq* Schuppe (*Pars squamosa*) des Schläfenbeins. *ptr* Os petrosum. *ct* Canalis temporalis. *p* Os parietale. *fr* Os frontale. *eth* Os ethmoïdeum. *c.s* Obere Nasenmuschel (*Concha sup.*). *c.i* Concha inf. *n* Os nasale. *ms* Os maxillare sup. *im* Os intermaxillare. *pa* Os palatinum. *pti* Os pterygoïdeum internum. *sph-p* Foramen sphenopalatinum.

dadurch in zwei übereinander liegende Abschnitte, wovon der untere, oft (z. B. beim Schwein u. a.) kanalförmig in die Länge gezogen, zur hintern Nasenöffnung (*Choana*) und durch diese zum Schlundkopf führt, während der obere eine nach hinten blind geschlossene Höhlung, gleichsam eine Sackgasse, darstellt, in welche nur von vorn der Zugang besteht, also auch nur Einathmungsluft zugeführt werden kann. Der Strom der Ausathmungsluft, welche durch die hintere Nasenöffnung, vom Schlundkopfe her, in die Nasenhöhle eintritt, wird, ohne mit der Riechstätte in Berührung zu kommen, durch den untern Theil der Nasenhöhle geleitet und nach vorn entlassen. Es sind dies Einrichtungen, deren Zweck beim Menschen durch die Stellung der vordern und hintern Nasenöffnungen und die Form und Befestigungsweise der untern Nasenmuschel erreicht wurde.

Von den Nasengängen entspricht wohl der untere und mittlere den gleichnamigen des Menschen, dagegen der obere, unter dem Nasendache liegende, ist, statt dem obern des Menschen, vielmehr dem Wege homolog, den die Einathmungsluft bei Letzterem vor den Siebbeinmuscheln und hinter dem Nasenrücken nach oben zur Riechstätte nimmt. Dem obern menschlichen Nasengang entsprechen nur die zahlreichen engen Spalten, welche die schmalen muschelartigen Wülste von einander scheiden.

Bei carnivoren Thieren, die durch grosse Schärfe des Geruchs besonders sich auszeichnen, ist die Nasenseite des Siebbeinlabyrinthes noch vielfältiger in blättchenförmige Wülste zerspalten und deren Zwischenräume, die dem obern Nasengang der Menschen homolog sind, sind noch enger, als bei Pflanzenfressern (Wiederkäuern, Einhufern u. a.).

Grosse Verschiedenheiten zeigt indess bei den Säugethieren die untere Nasenmuschel. Bei Pflanzenfressern ist sie zwar meistens einfacher, als

bei carnivoren Thieren, aber dennoch nicht so einfach, als beim Menschen. Nur bei den Affen der alten Welt, besonders den dem Menschen am nächsten stehenden, hat sie eine der menschlichen ähnliche Form, während sie bei den Affen der neuen Welt schon mehrfach eingespalten erscheint und dadurch der untern Muschel der andern Säugethiere näher sich stellt. Bei Wiederkäuern, Einhufern u. a. theilt sich die untere Muschel in zwei nach entgegengesetzter Richtung sich umrollende Blätter. Bei den grossen Katzenarten, wie Felis leo, tigris, hat sie auch eine ähnliche eingerollte Form; nur sind die Einrollungen zahlreicher. Bei Felis catus dagegen und allen andern Carnivoren, sowie bei den Robben (Fig. 627) ist sie in zahlreiche baumartig verästelte Blätter getheilt, deren Zwischenräume sehr eng sind. Es steht indess diese Einrichtung nicht, wie bei der obern Muschel, mit der Schärfung des Geruchsinns, sondern mit der Verhinderung des Eindringens von mechanisch wirkenden Schädlichkeiten, wie Staubtheilen u. dgl., beim Einziehen der Luft in die Nase in Beziehung. Bei Nagern schliesst sich die Form der untern Muschel bald mehr an die der andern Pflanzenfresser, bald mehr an die der Carnivoren an.

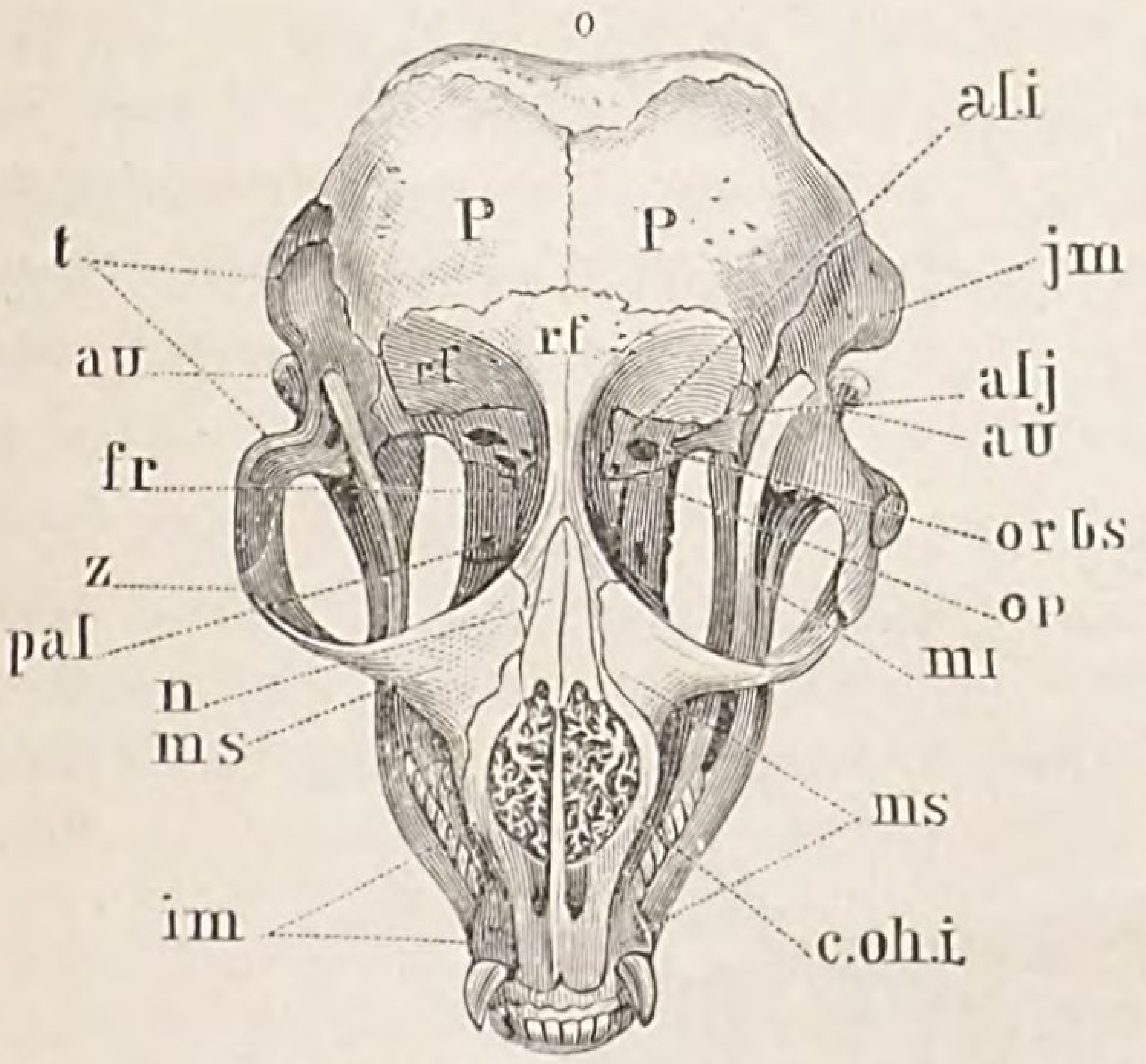


Fig. 627. Schädel von Phoca grönlandica. *cch.i* (statt *c.oh.i*) Baumartig verästelte untere Nasenmuschel (*Concha inferior*).

Die mit Luft erfüllten Nebenhöhlen, wie die Sinus frontales, sphenoïdales, maxillares haben nicht für die Riechfunktion, wohl aber für die respiratorische der Nasenhöhle Bedeutung, da zu ihrer schleimhäutigen Auskleidung keine Zweige des Riechnerven gelangen. Auch verleihen sie dem betreffenden Knochenbezirke einen, wo es nothwendig ist, grössern Umfang, ohne das Gewicht desselben dem entsprechend zu vergrössern und den Kopf zu sehr zu belasten. Daher bei Thieren mit grossem umfangreichem Kopfe sie mehr entwickelt sind, als im umgekehrten Falle. Die Cellulae ethmoïdales stehen auch, gleich den oben genannten Sinusen, mit der respiratorischen Nasenfunction in Beziehung, indem sie auch, gleich jenen, Behälter für warme und feuchte Luft abgeben, die sich der Einathmungsluft beimengt. Ob da, wo dieselben, wie beim Pferde u. a., in zahlreiche lange, nach vorn convergirende Röhren ausgezogen sind und auch nach vorn ihre

Mündungen richten, sie noch der Riechfunktion dienen, ist nur dann festzustellen, wenn die Ausbreitung von Zweigen des Riechnerven darin dargethan ist.

Beim Menschen springt der die Nasenlöcher tragende vordere Theil der Nasenhöhle erkerartig über die Antlitzfläche vor und bildet dadurch die sog. äussere Nase (*Nasus externus*), um — im Interesse der Leitung des Stromes der Einathmungsluft in den obern, die Riechstätte (*Regio olfactoria*) bergenden Theil der Nasenhöhle — den Nasenlöchern eine horizontale Lage möglich zu machen.

Bei den Säugethieren ist diese äussere Nase weniger vortretend als beim Menschen. Bei manchen entwickelt sich aus ihr eine vorspringende Schnauze oder ein Rüssel (Fleischfresser, Pachydermen, Insectivoren). Der knorpelige Theil der Nase pflegt sich hier in eine Röhre zu verlängern, welche mit einer besonderen Muskulatur ausgerüstet ist, welche zu kräftigen Leistungen beim Graben, Aufwühlen der Erde u. dgl. befähigt. Zahlreiche Gefühlsnerven (vom Trigeminus) machen aus diesem Rüssel auch ein feines Tastorgan, daher auch in seinem Innern ein Knochen, der sog. Rüsselknochen, zur Steigerung der Tastempfindung liegt. Am bedeutendsten und vollkommensten ist diese Entwicklung eines Rüssels beim Elephanten (Fig. 628), wo er nicht allein ein feines Tast-, sondern auch

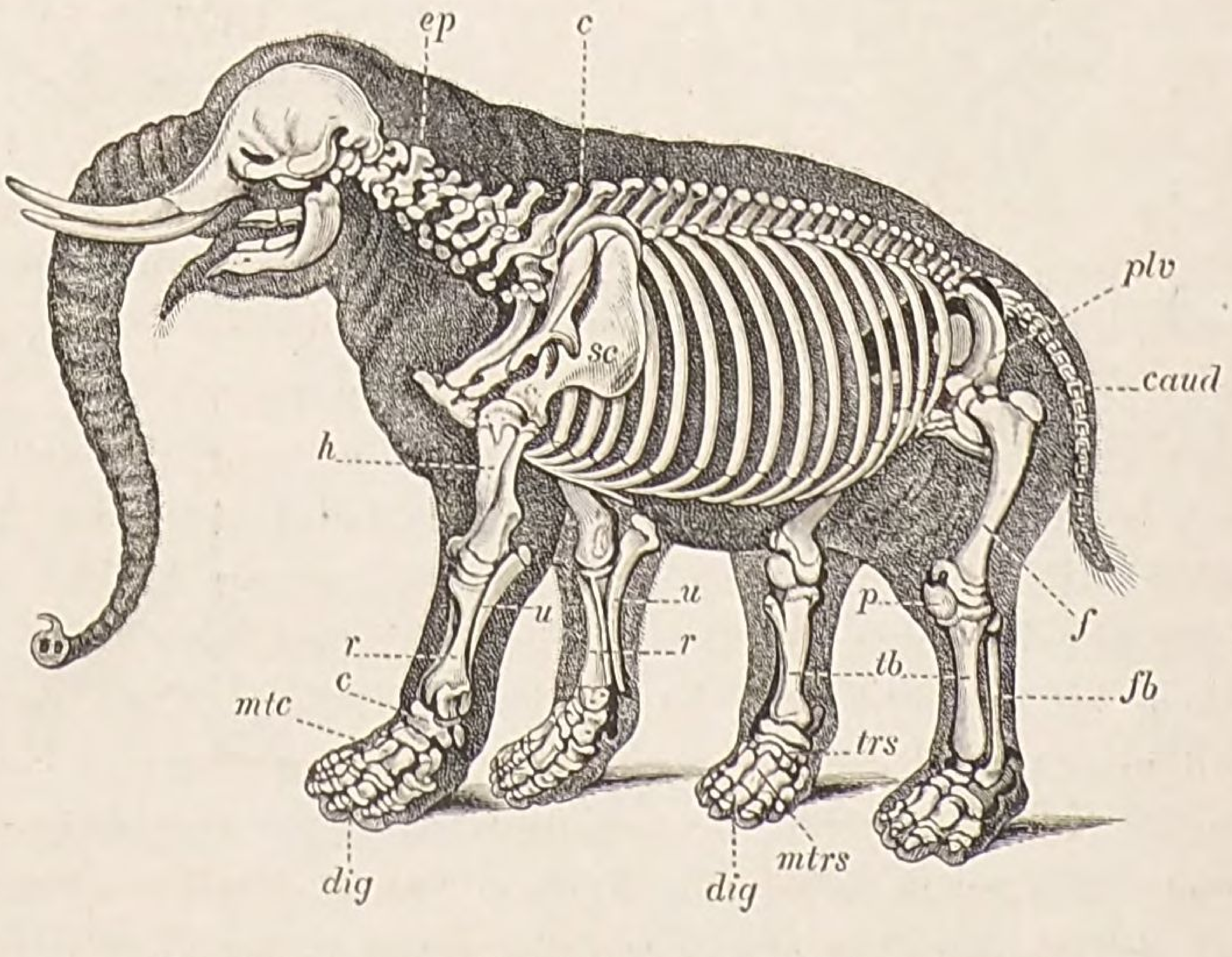


Fig. 628. Afrikanischer Elephant (*Elephas africanus*).

ein sehr vollkommenes Greiforgan darstellt. Bei den Chiropteren entwickeln sich an der äusseren Nase knorpelige und häutige, blattartige Bildungen, welche eigenthümliche Formen veranlassen. Bei manchen tauchenden und

andern Thieren (Biber u. a.) kann die Nase gegen das Eindringen des Wassers und beim Cameel zum Schutze gegen den Sand der Wüste durch klappenartige und dgl. Einrichtungen verschlossen werden. Die Robben haben einen ringförmigen Schliessmuskel um die Nasenlöcher. Beim Männchen von Phoca cristata ist die äussere Nase zu einem grossen muskulösen häutigen Beutel entwickelt, der, wenn die Nasenlöcher durch die Schliessmuskeln geschlossen sind, von den Lungen aus aufgeblasen werden kann.

Bei den Cetaceen, denen ein Riechnerv entweder ganz fehlt, wie bei den Delphinen, oder wo er doch nur sehr schwach ist, verliert die Nasenhöhle ihre Bedeutung als Riechorgan vielleicht ganz und hat wohl nur noch oder doch vorzugsweise respiratorische Bedeutung. Zugleich scheint sie auch zur Wiederausführung des mit der Nahrungsaufnahme in die Mundhöhle gelangten Wassers — das sog. Wasserspritzen darstellend — verwendet zu werden. Ob diese Durchführung des Wassers auch zum Zwecke des Riechens geschehe, ist nicht zu entscheiden, zumal bei den Delphinen, wenigstens bei Delphinus phocæna, (nach dem Zeugniss von Stannius), ein Riechnerv gänzlich mangelt. Diese Veränderung, welche ihre Leistung hier erfuhr, hat auch eine sehr bedeutende Veränderung ihres Baues und ihrer Lage veranlasst. Statt einer horizontalen Lage nimmt sie eine beinahe verticale Stellung der Art ein, dass die sonst an der Schnauze befindlichen äusseren Nasenöffnungen nun oben, an der Stirne, sich befinden und das sog. Spritzloch darstellen (vergl. S. 432).

Als eine Art accessorischen Geruchsorganes ist noch der sog. Jakobson'schen Organe Erwähnung zu thun, welche lange, enge, von Knorpel umschlossene, innen mit drüsenreicher Schleimhaut ausgekleidete Schläuche darstellen, die, ausser dem durchgehenden Nervus nasopalatinus, Zweige des Riechnerven enthalten und am Boden der Nasenhöhle, beiderseits der Scheidewand, ihre Lage haben. Jeder dieser Schläuche pflegt sich vorn in die sog. Stenson'schen Gänge zu eröffnen, welche gleichfalls knorpelwandige und von Schleimhaut inwendig überzogene Kanäle sind, die durch die Canales incisivi zum vordern Theil des Gaumens hinabführen, um hier in die Mundhöhle zu münden.

Bei den Vögeln ist der Geruchsinn schwächer ausgebildet, als bei den Säugethieren, da sie beim Fluge durch die Luft zu wenig von ihm zum Behufe des Aufsuchens der Nahrungsobjecte Gebrauch machen können, vielmehr dabei der Schärfe ihres Auges sich bedienen müssen; daher ihre Nasenhöhle mehr vereinfacht ist. Doch finden sich noch meistens drei Muscheln vor (Fig. 629), die aber einförmiger gestaltet sind und eine veränderte Lage zeigen. Nach letzterer unterscheidet man sie in eine vordere, mittlere und hintere Muschel, von welchen die letztere die Trägerin der Riechnervenausbreitung ist. Die äusseren Nasenöff-

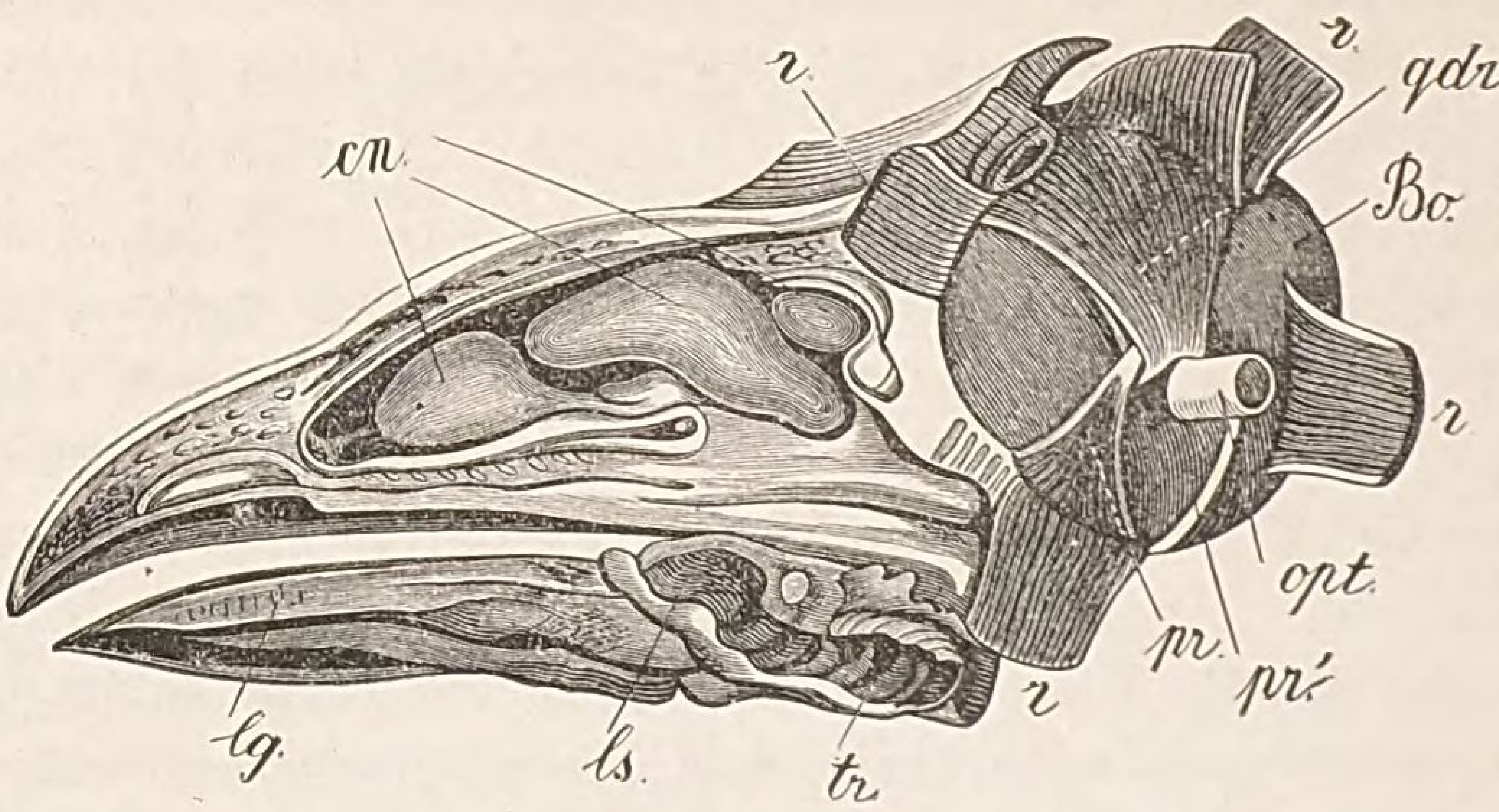


Fig. 629. Nasen- und Mundhöhle im Längsdurchschnitt; Muskelapparat der Nickhaut von Meleagris gallopavo (theilweise nach C. G. Carus). *cn* Nasenmuscheln. *lg* Zunge. *ls* Oberer Kehlkopf (*Larynx superior*). *tr* Trachea. *Bo* Augapfel. *opt* Nerv. opticus. *r* Musculi recti. *qdr* Musc. quadratus. *pr* Musculus pyriformis. *pr'* Sehne desselben.

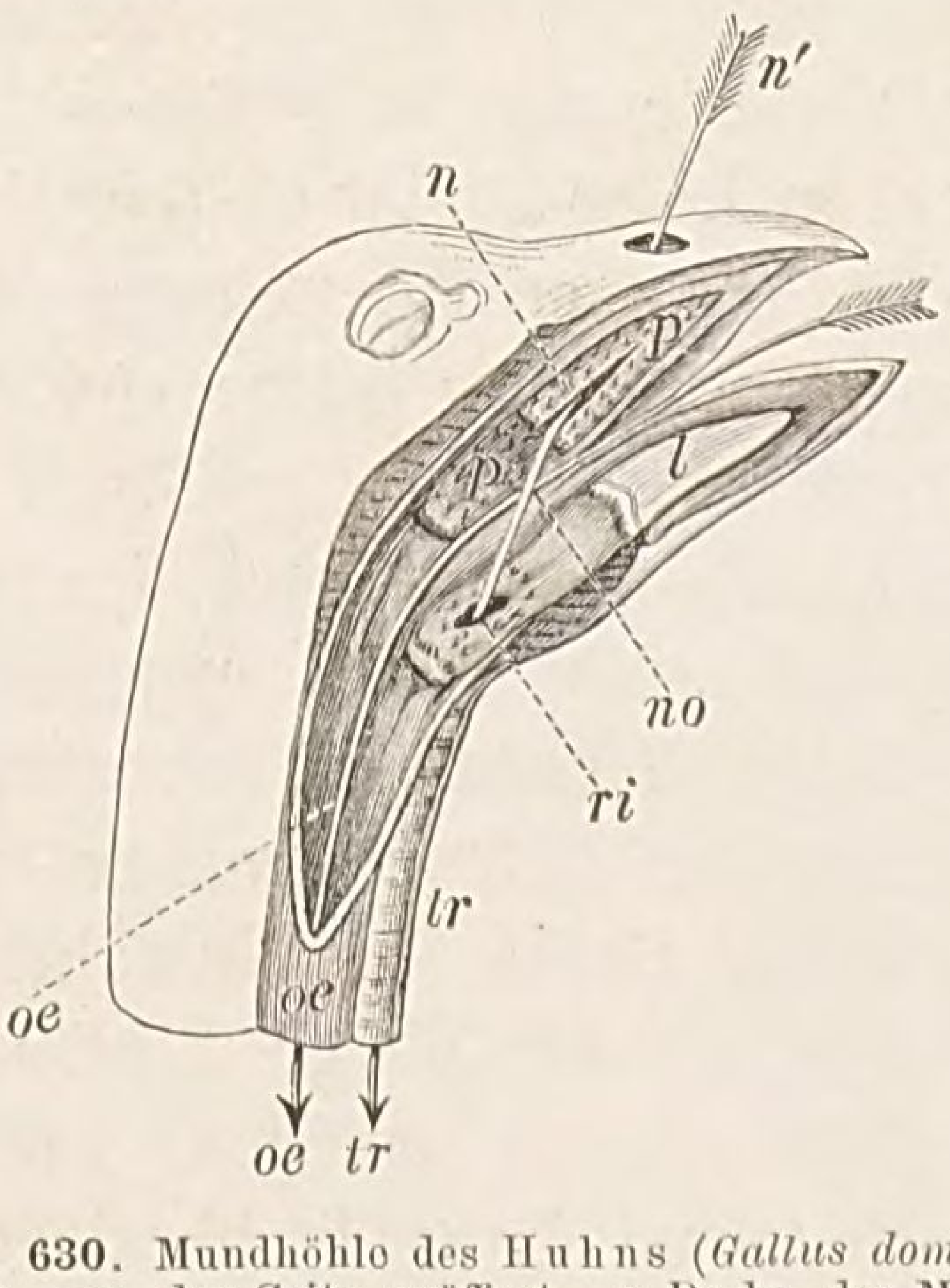


Fig. 630. Mundhöhle des Huhns (*Gallus domesticus*), von der Seite geöffnet. *p* Decke der Mundhöhle, Gaumen, mit Hornwarzen besetzt, deren Spitzen nach hinten gerichtet sind. *n* Spaltförmige Einmündung der Nasenhöhle. *n'* Aeusseres Nasenloch.

nungen zeigen bezüglich ihrer Form und Lage mancherlei Verschiedenheiten. Die inneren Nasenöffnungen (*Choanae*) führen durch eine schmale Spalte von oben in die Mundhöhle (Fig. 630). Allgemein scheint den Vögeln eine Drüse — sog. Nasendrüse — zuzukommen, deren Ausführungsgang in die Nasenhöhle ausmündet, deren Lage aber grosse Verschiedenheiten zeigt, indem sie bald an dem Stirnbein, was der häufige Fall ist, liegt, bald unter den Nasenbeinen, bald vorn in der Augenhöhle am innern Augenwinkel, bald unter den Augen ihre Lage hat.

Bei den Amphibien sind die Nasenhöhlen noch mehr vereinfacht, als dies schon bei den Vögeln der Fall war. Die Muscheln sind rudimentär und auf eine reduzirt, die nur bei den beschuppten Amphibien noch vorhanden ist, dagegen ganz bei den nackten Amphibien fehlt. Da die Ausbreitung des Riechnerven in dem rückwärts von dieser Muschel liegenden, blind abgeschlossenen hintersten Theil der Nasenhöhle sich befindet, so gehört die Muschel der Pars respiratoria der letzteren an. Welcher der drei Muscheln der Vögel und Säugethiere diese Amphibienmuschel entspreche, darüber kann man verschiedener Ansicht sein.

Gegenbaur (Jenaisch. Zeitschr. f. Med. Bd. 7, S. 1 u. Taf. 1—3) betrachtet die Muschelbildung in der Nase der Reptilien, weil sie den niedersten Zustand darstellen, als die primäre, und die bei Vögeln und Säugethieren noch weiter vorhandenen als secundäre Bildung, bedingt durch die Vergrösserung des Binnenraumes der Nasenhöhle nach der einen oder andern Richtung. So treten zu dieser primären Muschel bei den Vögeln, wegen Vergrösserung des Nasenraumes nach vorn und nach hinten, noch je eine vor und hinter jener sich lagernde weitere Nasenmuschel hinzu, so dass die mittlere der drei hier nun sich vorfindenden Muscheln die primäre, der Reptilien-Nasenmuschel homologe sei. Bei den Säugethieren und den Menschen, bei denen der Nasenraum hauptsächlich nur nach hinten und oben sich ausdehnt, entwickeln sich die secundären Muscheln mehr nur nach dieser Richtung hin, so dass hier die untere Nasenmuschel die primäre ist, welche der einfachen Reptilienmuschel und der mittleren Vogelmuschel entspricht.

Eine der Nasendrüse der Vögel entsprechende Drüse scheint nur bei den Schlangen und Varanen sich vorzufinden, sendet aber ihren Ausführungsgang nicht in die Nase, sondern in den Rachen (Stannius). Die äusseren Nasenöffnungen sind bei Batrachiern, z. B. bei Rana contractil. Die Choanae führen, wie schon bei den Vögeln, in die Mundhöhle; nur beim Crocodil (Fig. 631) münden sie, wie bei Säugethieren, in den Schlundkopf und bei den nackten Amphibien (Fig. 632) sogar ganz vorn aus, was den Uebergang zu der Anordnung bei den Fischen vorbereitet.

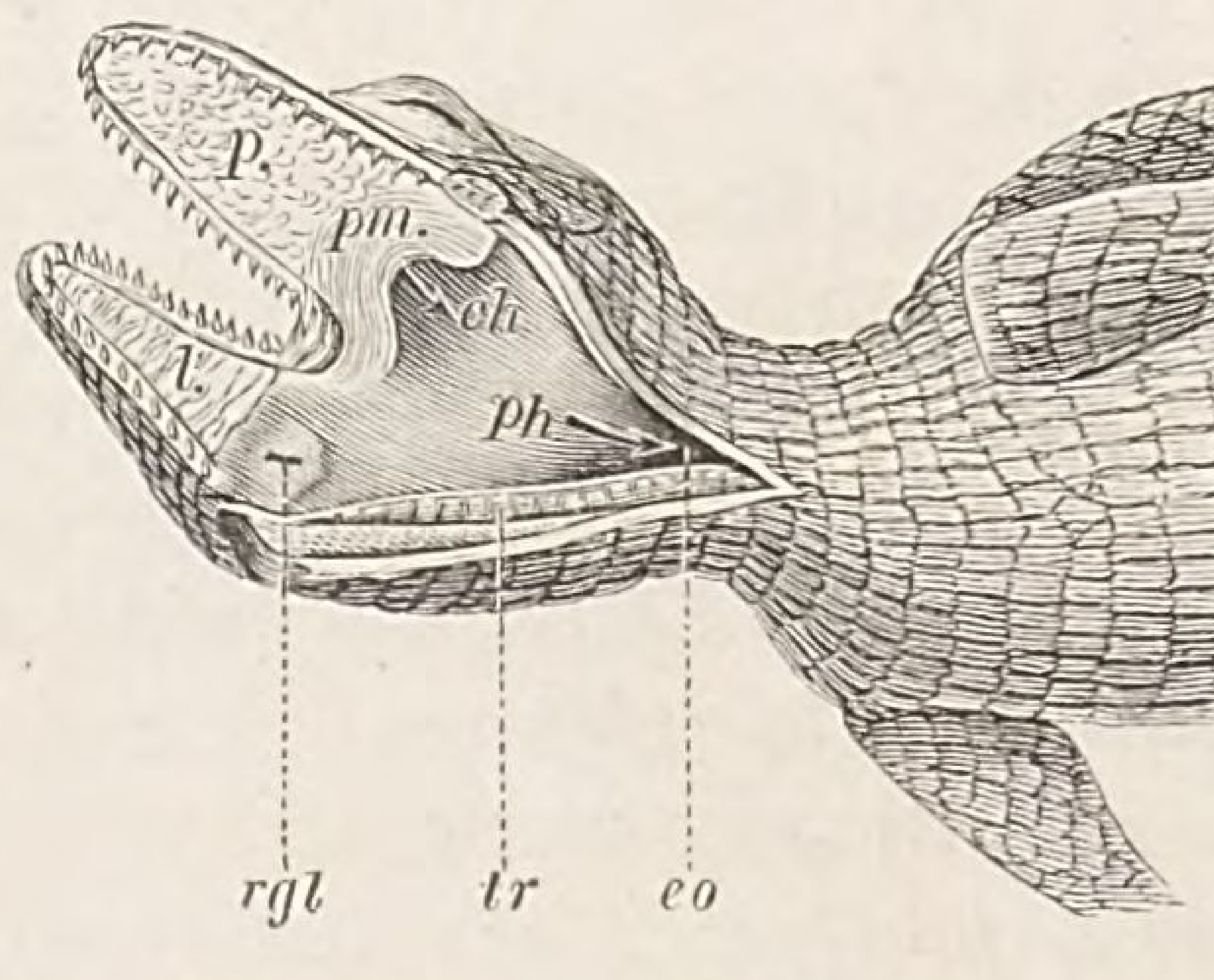


Fig. 631. Mundhöhle von *Crocodilus sclerops*, von der Seite geöffnet. *l* Zunge. *p* Gaumen. *pm* Gaumensegel. *ch* Einmündung der Choanae der Nasenhöhle hinter der Mundhöhle in den Schlundkopf (*ph*). *eo* Eingang zur Speiseröhre. *rgl* Eingang zum Kehlkopfe, Kehlritze. *tr* Luftröhre.

Bei diesen hat das Geruchsorgan seine Beziehung zum Athmungsapparat abgelegt. Es liegt nicht mehr im Eingangstheil des Athmungsweges. Statt der Nasenhöhle finden sich hier nur Gruben vor, welche aber ausschliesslich dem Riechsinn dienstbar sind und ausserhalb der Mundhöhle, meistens über der Schnauze, bei den Plagiostomen aber unter derselben ihre Lage haben. Nur bei den Dipnoi finden sich noch rudimentäre Nasenhöhlen vor, deren Choanae, wie bei Perennibranchiaten, in die Mundhöhle einführen. Die Schleimhaut, welche diese Riechgruben auskleidet, ist in parallele oder

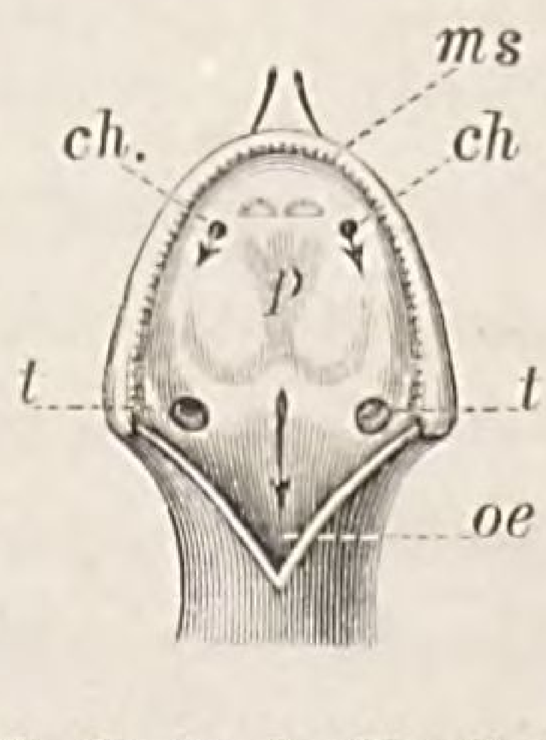


Fig. 632. Decke der Mundhöhle vom Frosch nach Entfernung des Unterkiefers. *ch* Einmündung der beiden Nasenhöhlen in die Mundhöhle, Choanae. *p* Mundhöhlendecke, Gaumen. Mündung der Tuba Eustachii.

radiäre Falten gelegt, an denen sich der Riechnerv ausbreitet. Bei den Knochenfischen und Stören sind diese Gruben von einer Hautbrücke überspannt, so dass sie gleichsam kleine Nasenhöhlen mit vorderer und hinterer Oeffnung darstellen, die aus denjenigen Formen hervorgingen, welche die niedrigen Amphibien zeigten und die unter den Fischen auch bei den Dipnoi noch vertreten sind. Bei den Cyclostomen ist die Anordnung eine andere. Bei ihnen liegt vor der Gehirnkapsel eine einfache Nasenhöhle, die sich nach vorn mittelst eines Rohres eröffnet (das sog. Spritzloch). Am Boden findet sich ein häutiger contractiler, blindgeendigter Schlauch, als Anhang, der nicht mit dem Schlunde, aber mit der Nasenhöhle durch eine kleine Oeffnung in Verbindung steht. Bei den Myxinoïden mündet der Nasenkanal, den Gaumen durchbohrend, in die Mundhöhle ein, während derselbe bei den Petromyzonten durch die Schleimhaut von derselben getrennt ist.

2. Riechorgan der wirbellosen Thiere.

Obschon die Lebensweise der Wirbellosen so viele Indicien des Besitzes eines Geruchsinns darbietet, so hat man doch nicht mit solcher Bestimmtheit die Anwesenheit eines Riechorgans bis jetzt nachzuweisen vermocht, als bei den Wirbelthieren. Aehnlichkeit der Organe in Lage und Bau und der Nachweis eines besonderen Riechnerven am Gehirn gaben hier Anhaltspunkte ab, die bei den wirbellosen Thieren in Folge der veränderten Bauverhältnisse ihres Körpers fehlen. Lange glaubte man bei den luftathmenden Arthropoden nach Analogie der luftathmenden Wirbelthiere das Riechorgan an den Mündungen der Tracheen finden zu können. Allein Versuche haben dargethan, dass diese Thiere hier auch nicht die geringste Empfindung für Riechobjecte besitzen. Dagegen zeigen sie am Kopfe, wenn man diesem riechende Substanzen nähert, eine augenfällige Empfänglichkeit dafür; sofort bewegen sie die Antennen und stellen sie, wie zur näheren Prüfung, den riechenden Gegenständen entgegen. Man hat daher wohl allen Grund zur Annahme, dass hier, namentlich an den Antennen, der Riechsinn seinen Sitz habe.

Die Untersuchungen (von Leydig) haben nun auch an den Endgliedern der Antennen vieler Insekten (Fig. 633; Fig. 634) und Myriapoden, neben den Haar- und Tastborsten, noch verschiedene kegel-, cylinder- und stäbchenartige Gebilde dargethan, die als Endgebilde von Nerven sich erweisen und von welchen es mehr als wahrscheinlich ist, dass sie zur Vermittlung der Geruchsempfindungen in Beziehung stehen. Auch bei vielen Crustaceen wurden von Leydig ähnliche Gebilde nachgewiesen. Bei den Decapoden ist namentlich der äussere Ast des inneren Fühlers der Träger von Riechzapfen (Fig. 635). Bei Asellus aquaticus

(Fig. 636) stehen die Geruchszapfen dicht an den Tasthaaren, die ihnen gleichsam zum Schutze dienen.

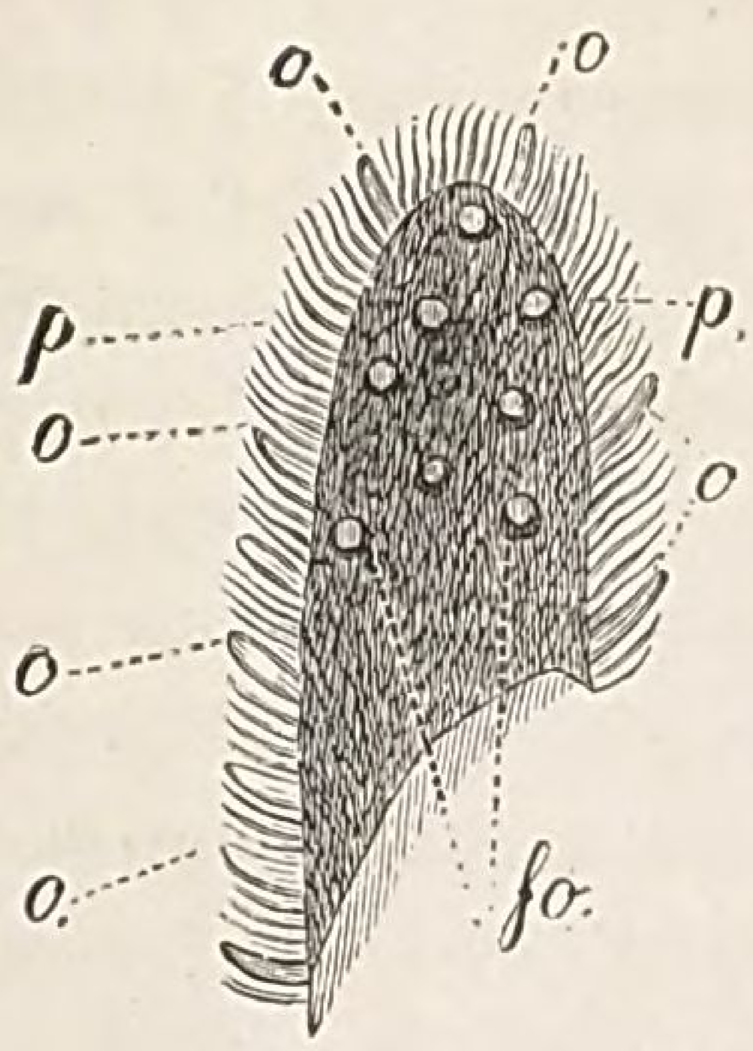


Fig. 633. Endspitze eines Fühlers von *Formica rufa* (300mal vergrössert, nach Leydig). *p* Haare, womit derselbe besetzt ist. *o* Geruchszapfen. *fo* Gruben, aus denen letztere hervortreten.

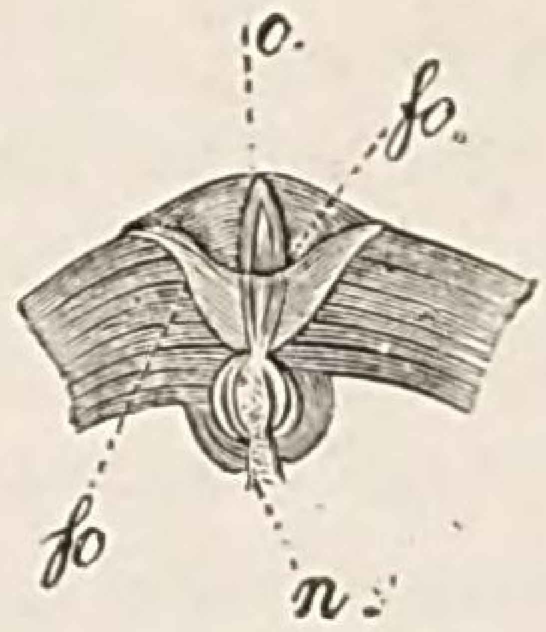


Fig. 634. Eine Riechgrube (*fo*) mit dem Geruchszapfen (*o*), der daraus hervorsteht, von der Antenne eines Wasserkäfers (*Acilius sulcatus*). *n* Nerv, welcher von unten zutritt (nach Leydig). Vergrösserung 600/1.

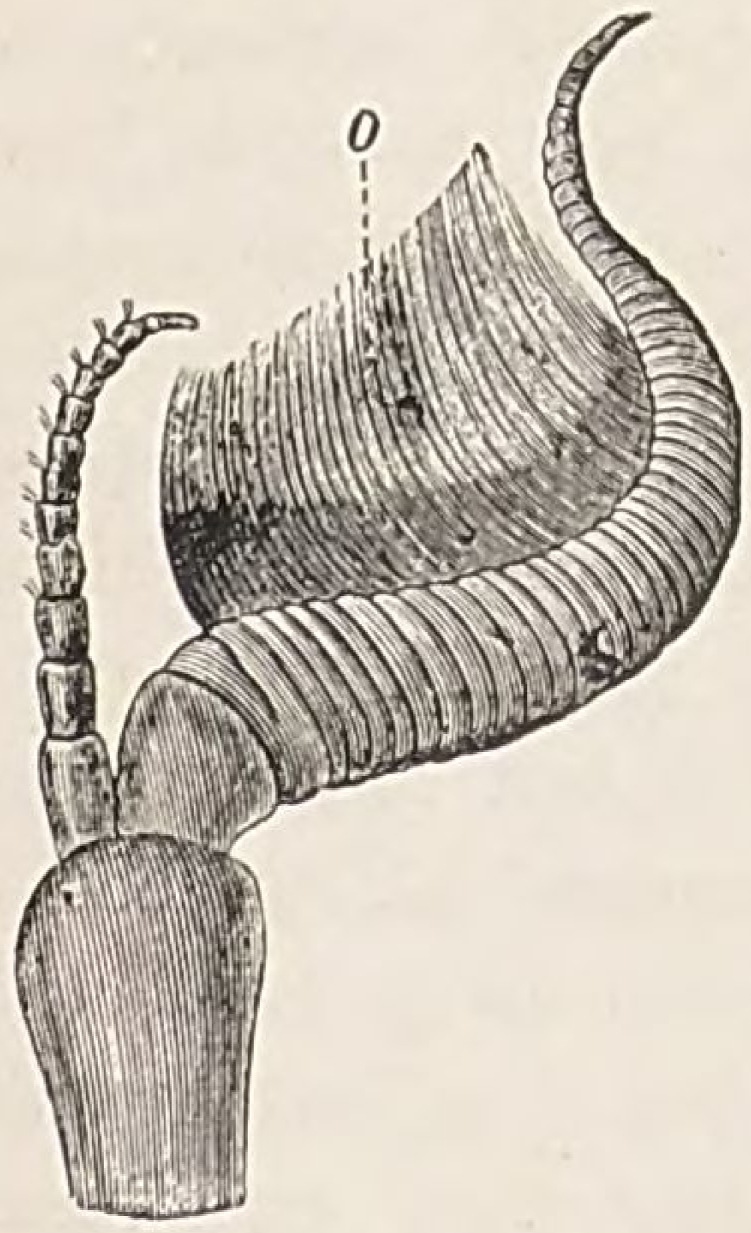


Fig. 635. Innere Antenne von *Pagurus*, etwas vergrössert (nach Leydig). *o* Geruchszapfen.

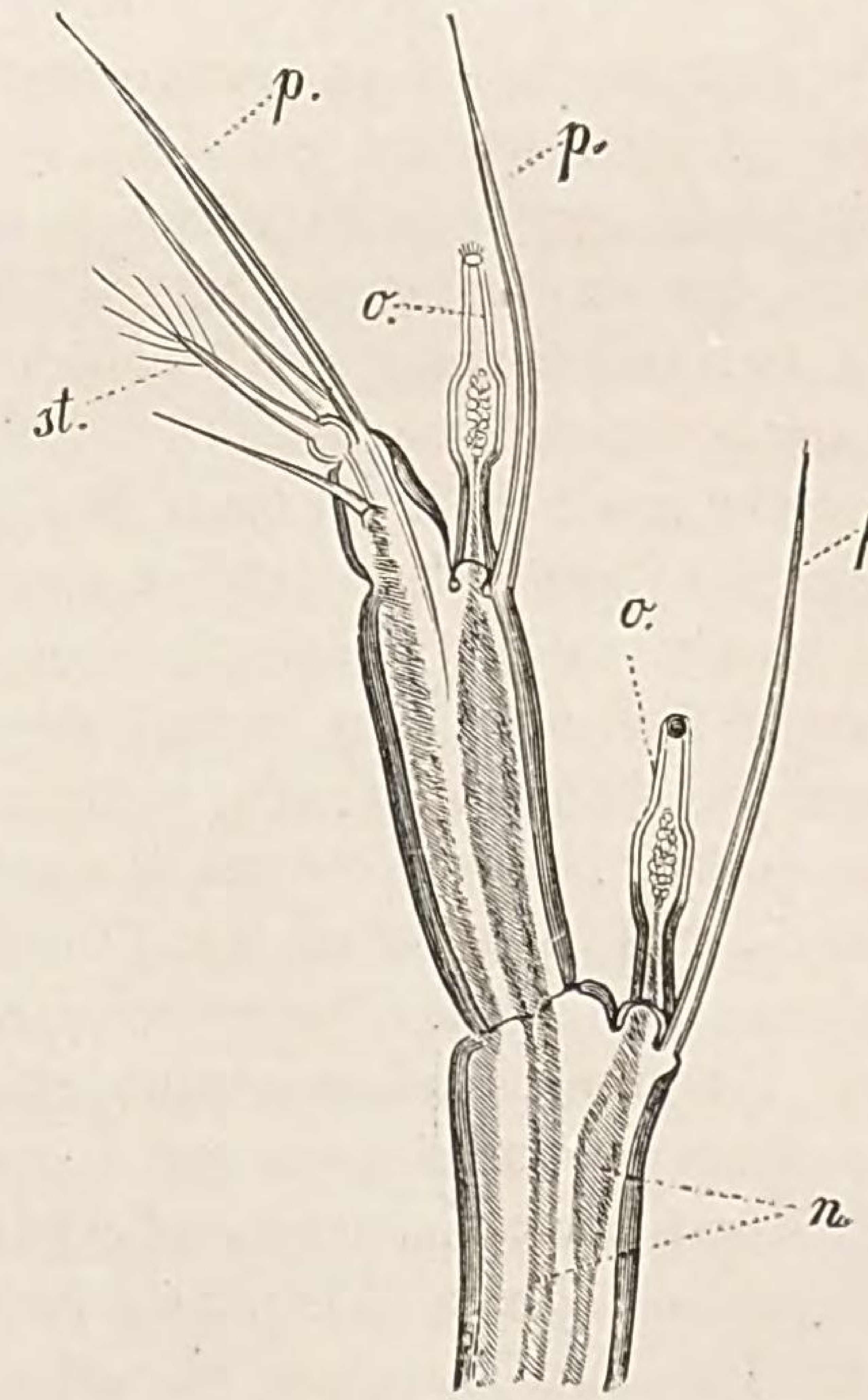


Fig. 636. Endglieder eines der kürzern Fühlhörner von der Wasserassel (*Asellus aquaticus*), etwa 600mal vergrössert (nach Leydig). *n* Nerven im Innern derselben. *o* Geruchszapfen, mit den Nerven zusammenhängend. *st* Tasthaare mit Nerven an der Basis. *p* Haare, mit denen keine Nerven zusammenhängen.

Auch bei den Cephalopoden finden sich in der Nähe der Augen bei einigen zwei Grübchen, in denen ein papillenartiges Gebilde steht, das aus dem Ganglion opticum seinen Nerven, der mit dem Sehnerven in die Augenhöhle gelangt, empfängt.

Sonst hat man bei Wirbellosen noch keine Apparate kennen gelernt,

von denen man mit Sicherheit annehmen könnte, dass sie im Dienste des Riechsinnes ständen.

4. Geschmacksorgan (*Organon gustus*).

Es ist bei den Wirbelthieren im Allgemeinen nur auf die Prüfung der Qualität der Substanzen berechnet, welche zur Nahrung dienen oder aus denen die Thiere ihre Nahrung ziehen. Daher hat es stets im Eingange des Nahrungsschlauches seine Lage. Das Geschmacksorgan ist indess nicht in so eigenthümliche und charakteristische Form gekleidet, dass sich dasselbe daran ebenso leicht erkennen liesse, als dies bei den andern, vorausgegangenen Sinnesapparaten meistens der Fall war. Auch ist der Geschmacksnerv (*N. glossopharyngeus*) nicht so ausschliesslich Sinnesnerv, als dies bei den Sinnesnerven der höheren Sinnesorgane der Fall ist, vielmehr ist derselbe auch noch andern Thätigkeiten dienstbar, und anderseits unterscheidet sich die von seiner peripherischen Ausbreitung gebildete Perceptionsfläche äusserlich nicht oder kaum von andern Flächen, die nur der Vermittlung von allgemeiner Gefühlsempfindung dienen, so dass jede feuchte Fläche, unter welcher ein Geschmacksnerv sich ausbreitet, zur Perception von Geschmackseindrücken dienen zu können scheint. Es lässt sich daher auch vom anatomischen Standpunkte aus über die Ab- oder Anwesenheit des Geschmacksinnes und über den Entwicklungsgrad desselben bei Thieren wenig Sicheres feststellen.

Gewöhnlich bildet zwar die Zunge den Hauptsitz des Geschmacksinnes. Allein nebst ihr kann auch noch die übrige Mundhöhlenschleimhaut mehr oder weniger Trägerin desselben sein. Daher kann aus der Anwesenheit oder dem Mangel der Zunge noch nicht geschlossen werden, dass der Geschmacksinn im ersteren Falle vorhanden sei, in letzterem dagegen fehle. Denn da von den am Gaumen sich ausbreitenden Zweigen des N. glossopharyngeus auch Geschmackseindrücke aufgenommen werden, könnten zungenlose Thiere, wie viele Fische, Pipa u. a., doch immer noch eines, wenn auch schwach entwickelten Geschmacksinnes sich erfreuen. Man kann um so weniger aus der Anwesenheit und Entwicklung der Zunge auf die Anwesenheit und den Grad der Ausbildung des Geschmacksinnes schliessen, da die Zunge nicht allein Trägerin des letztern, sondern häufig auch des Fühl- und Tastsinnes ist und ein wichtiges Bewegungswerkzeug abgibt für die Aufnahme der Nahrungsmittel und die Fortbewegung derselben in die hinter der Mundhöhle folgende Abtheilung des Nahrungskanals. Sie kann desshalb in einzelnen Fällen für Dienstleistungen in letzterer Richtung selbst ansehnlich entwickelt sein, ohne dass gerade ein entsprechend entwickelter Geschmacksinn an sie geknüpft zu sein braucht. Welche Ausbildung übrigens die Zunge erlangt, wie weit sie Geschmacksorgan sei oder anderen

Leistungen in der Reihe der Thiere dienstbar sei, haben wir oben (Seite 15) schon dargelegt.

Was nun noch die Wirbellosen bezüglich der Anwesenheit und des Entwicklungsgrades des Geschmacksinns betrifft, so wird man bei ihnen noch viel häufiger als bei Wirbelthieren darüber in Zweifel gelassen, ob ein Geschmacksorgan vorhanden sei oder fehle. Viele wirbellose Geschöpfe nehmen zwar ihre Nahrung mit einer gewissen Auswahl auf, aber meistens muss man es unentschieden lassen, ob sie dies mit Hülfe des Geschmacksinnes oder anderer Sinne (wie des Gesichts, des Gefühls oder des Geruchs) vollzogen haben. Wo aber ein Geschmacksorgan wirklich vorkömmt, da hat man es ebensowohl, als bei den Wirbelthieren, im Eingange zum Nahrungskanal zu suchen.

5. Organ des Fühl- und Tastsinnes (*Organon tactus*).

Blainville, Principes d'anatomie comparée. Paris 1822. T. I. p. 152. — Boeckh, de spinis hystricum. Berol. 1834. — Boll, Die Savi'schen Bläschen von Torpedo, in Müll. Archiv 1875. S. 458. Taf. XI. — Bugnion, Recherches sur les organes sensitifs qui se trouvent dans l'épiderme du Protée et de l'Axolott, Lausanne 1872. — Cartier, Ueb. d. Haut d. Reptilien in Semper's Arbeit. aus d. zool. Institut zu Würzburg 1874. — Cuvier, Vorlesungen über vergl. Anat. Bd. 2. — Eble, Die Lehre von den Haaren. Wien 1831. — Eimer, Ueb. die Schnauze des Maulwurfs als Tastorgan, im Archiv f. m. Anat. Bd. 7. — Erdl, Vergl. Darstellung d. innern Baues der Haare, in den Abhandl. d. Baier. Academie d. W. zu München 1841. Bd. 2. — Gurlt, Die Haut des Menschen und der Haussäugethiere etc. in Müller's Archiv 1835. S. 399. — Derselbe, Ueb. d. hornige Gebilde d. Säugethiere, ebenda 1836. — v. d. Hoeven, Icones ad illustrandas coloris mutationes in Chamaeleonte. Lugd. Batav. 1831. — Jacobson, in der Isis 1843. p. 406. — Leydig, Lehrbuch d. Histologie. S. 194. — Derselbe, Beitr. z. mikroskop. Anat. d. Rochen u. Haie. Leipzig 1850. — Derselbe, Zur Kenntniss der Sinnesorgane der Schlangen, in Archiv f. m. Anat. Bd. 8. — Derselbe, Ueb. die allgemeine Bedeckung der Amphibien, ebenda Bd. 12. — Derselbe, Die Hautdecke und Hautsinnesorgane d. Urodelen, in morphol. Jahrbuch. Bd. 2. — Malbranc, Seitenlinien der Sinnesorgane bei Amphibien, in Zeitschr. f. w. Z. Bd. 18. — Meissner, De amphibiorum quorundam papillis glandulisque femoralibus. Basil. 1832. — Nitzsch, System der Pterylographie, herausgegeben von Burmeister. Halle 1840. — Savi, in Matteucci's Traité des phénomènes électro-physiologiques des animaux. Paris 1844. — Schoebl, Das äussere Ohr des Igels als Tastorgan, in Archiv f. m. Anat. Bd. 8. — Stannius, vergl. Anatomie d. Wirbelthiere. Berlin 1846. Zweite Aufl. 1854—56. — Derselbe, Froriep's Notizen 1842. Nr. 469. — Derselbe, Peripherisches Nervensystem. — J. E. Schultze, Ueb. d. Nervenendigungen der sog. Schleimkanäle der Fische und über entsprechende Organe der kiemenathmenden Amphibien in Müller's Archiv 1861. S. 759. Taf. 20. — Treviranus, Z. Erläuterung des Baues etc. des Tastwerkzeuges der Thiere, in dessen Zeitschr. f. Physiol. Bd. 4. S. 168. Taf. 13. 14.

V. Carus, Icones zootom. Lips. 1857. — Leydig, Lehrb. der Histologie. S. 210. — Meissner, Ueb. Vermis albicans, in Zeitschr. f. w. Z. Bd. IV. u. VII. — Savigny, Mémoire sur les animaux sans vertèbres. P. II. 1816. — Schelver, Versuch einer Naturgeschichte der Sinnesorgane bei Insekten und Würmern 1798. — v. Siebold, vergl. Anatomie d. wirbellosen Thiere. Berl. 1848. —

a. Fühl- und Tastorgane der Wirbelthiere.

Der Fühlsinn besteht in der Wahrnehmung mechanischer, thermischer und chemischer Einwirkungen. Sinnesnerven sind die allgemeinen

Gefühlsnerven, und zur Perceptionsfläche dient jede Hautstelle, welche die Endausbreitung von Gefühlsnerven trägt. Besonders ist es die äussere Haut und die Schleimhäute der Zu- und Ausgänge der visceralen Apparate, welche vorzüglich den Sitz des Gefühlsinns abgeben. Liegt die Ausbreitung der Gefühlsnerven in einer weichen Haut und hat diese eine härtere Unterlage, so befähigt dies namentlich zur Wahrnehmung mechanischer Eindrücke, d. h. zum Tasten. Auch wo die Endausbreitung von Gefühlsnerven unter festeren Theilen, ja Hartgebilden liegt, kann noch die Wahrnehmung von mechanischen, thermischen u. dgl. Einwirkungen stattfinden. Bei dem Menschen, bei welchem jede Stelle der äussern Haut Gefühlsempfindungen zu vermitteln vermag, sind indess doch einzelne Stellen, wie die Finger- und Zehenspitzen, die Zungenspitze, Lippen u. a. vorzugsweise bestimmt, feine Gefühlsorgane für mechanische, wie thermische Einwirkungen und Tastwerkzeuge abzugeben.

Bei Säugethieren sind nur selten (wie bei den Affen) die Gliedmassen die Träger feiner Tastwerkzeuge; hier sind mehr die Lippen, Zunge, die äussere Nase oder der Rüssel damit betraut. Auch die Tasthaare an der Schnauze mancher Carnivoren und Robben und der Greifschwanz mancher Säugethiere können zu solchen Leistungen befähigt werden. Bei vielen Vögeln, besonders bei Sumpf- u. Wasservögeln, sind besonders die Schnabelspitzen zur Vermittlung von Gefühls- und Tastempfindungen befähigt. In gleicher Weise stellen bei Ophidiern und vielen Sauriern die Zungenspitze und bei manchen Fischen (Störe, Welse, einige Ciprinoïden) die sog. Bartfäden besondere Tastwerkzeuge dar. Letztere Gebilde mögen allerdings auch wohl zu Lockorganen dienen. Nervenreiche Tastorgane besitzen die Triglen in den, von der Brustflosse abgesonderten Strahlen.

Die äussere Körperbedeckung, äussere Haut (Cutis) — als der hauptsächlichste Träger des Gefühls- und Tastsinnes — wird gleich anderen Häuten, namentlich der Schleimhaut, aus zwei differenten Schichten, einer tiefern und oberflächlichen, gebildet, von denen die erstere nach ihrem wesentlichsten Element ein Bindegewebsstratum von fester, derber Beschaffenheit — die sog. Lederhaut (*Corium*, *Derma*) — darstellt, während die letztere dagegen — die Oberhaut (*Epidermis*) — eine epitheliale Bildung ist. In der Lederhaut vertheilen sich Blutgefässe und Nerven, und ist sie daran um so reicher, je empfindlicher sie für Gefühlseinwirkungen ist. Auch ist sie reich an drüsigen Bildungen und enthält unwillkürliche (glatte) Muskelfasern, welche die Contractionserscheinungen an derselben bedingen, sowie verschiedene Pigmentirungen, die an sog. sternförmige oder verästelte Pigmentzellen gebunden sind. Wo die Epidermisbildung eine grosse Mächtigkeit erlangt, bildet die Oberfläche der Lederhaut warzenförmige Erhebungen von verschiedener Grösse — die sog. Hautpa-

pillen —, welche um so grösser und länger sind und mit ihren Gefäss- und Nervenendigungen um so tiefer in die Epidermis gleichsam sich eingraben, je dicker die letztere ist. Sie tragen in letzterem Falle den äussern Zellenschichten die Blutgefässe entgegen, und soweit sie Nervenendigungen (Tastkörperchen u. dgl. Endgebilde) enthalten, machen sie diese für äussere Einwirkungen zugänglicher (Tastpapillen).

Wie das Bindegewebe überhaupt, so kann auch das der Lederhaut in bald beschränkterem, bald mehr ansgedehnterem Maasse in Knochenbildung übergehen, woraus ein Hautskelet hervorgeht, das bei den Cheloniern (vgl. S. 342) den höchsten Grad von Ausbildung erlangt hat.

Die Epidermis ist eine gefässlose Schichte der äussern Bedeckung und wird aus meistens sehr zahlreichen Lagen von Zellen gebildet, deren Matrix die äussere Fläche der Lederhaut ist. Sie zieht sich ebenso über Vorragungen der letztern hinweg, als sie auch in sämmtliche Vertiefungen derselben sich einsenkt und diese auskleidet, und an den Oeffnungen der Haut, mit welchen sowohl die in dieser befindlichen Drüsen, als auch die grösseren visceralen Apparate nach aussen münden, geht sie in die Epithelauskleidung dieser über.

Die Epidermis scheidet sich in zwei Hauptlagen von Zellen, von denen die oberflächliche — die Hornschichte (*Stratum corneum*) — von fester, selbst harter, hornartiger Beschaffenheit ist, deren Zellen durch Verhornung in Schuppen und Plättchen umgewandelt sind, — während die tiefere sog. Schleimschichte (*Stratum Malpighii*), die von ersterer meistens mehr oder weniger scharf sich abgrenzt, aus weichen, mehr rundlichen Zellen besteht. Sie liefert durch Nachschub für die Hornschichte die Ergänzungen, welche den Verlust zu decken haben, der in dieser durch Abstossung der oberflächlichsten Hornplättchen eintritt. Die verschiedene Färbung der Bedeckung wird hauptsächlich durch das Pigment bedingt, welches die Zellen des Stratum Malpighii enthalten. Wo die Färbung aber eine wechselnde ist, wie man solchen Farbenwechsel bei manchen Amphibien und Fischen wahrnimmt, wird sie durch Bewegungserscheinungen des Protoplasma's dieser Pigmentzellen bedingt, die zerstreut stehend, durch Grösse oft von den andern Zellen sich unterscheiden und die sog. Chromatophoren darstellen.

Bei den im Wasser lebenden Wirbelthieren (besonders Amphibien und Fischen) erreicht die Verhornung der äussern Schichten der Epidermis nicht den Grad von Ausbildung, als bei den in der Luft sich aufhaltenden; sie ist vielmehr weich, oft von schleimiger, gallertiger Beschaffenheit.

Durch partielle Verstärkung der Hornschichte der Epidermis entstehen mancherlei Horngebilde, welche je nach der Form, welche die betreffende

Stelle der Lederhaut annimmt, Platten, Schuppen, Höcker u. dgl. darstellen und namentlich bei den beschuppten Amphibien allgemein vorkommen. Wo, wie bei den Cheloniern, die Lederhaut des Rumpfes durch Verknöcherung zu einem knöchernen Hautskelet umgebildet ist, stehen die epidermoidalen Hornplatten mit diesem in Verbindung. Die den Körper schützend deckende Schuppenbildung bei manchen Edentaten (Schuppenthier, Gürtelthier), die Hornscheiden der Kiefer bei Vögeln und Monotremen, die Nägel-, Krallen-, Klauen- und Hufbildungen an den Gliedmassen stellen gleichfalls nur Modificationen der Hornschichte der Epidermis dar. Auch selbst die Haare und Federn sind nur modificirte Epidermisbildungen.

Bei den ausschliesslich im Wasser lebenden Wirbelthieren kommen noch eigenthümliche Bildungen vor, welche auch auf Vermittlung von Sinneswahrnehmungen berechnet zu sein scheinen, also Sinnesorgane darstellen, wenn es auch zur Zeit noch nicht ermittelt werden konnte, welcher Art von Empfindungen sie dienstbar sind.

Es sind dies die sog. Schleimkanäle der Fische, die aber auch bei im Wasser lebenden Amphibien, namentlich den Larven derselben, vorkommen. Sie stellen ein System von verzweigten Kanälen dar, die theils in, theils unter der Lederhaut eingebettet sind und an verschiedenen, aber bestimmten Stellen nach aussen münden.

Sie stellen das sog. Seitenkanalsystem dar, das mit seinen Bahnen auch über den Kopf verbreitet ist. Die Wandung dieser Röhren, die innen von einer weichen zarten, aussen einer festern derben Schichte gebildet sind, bestehen bald aus Bindegewebe, bald aus faserknorpelähnlicher Bindesubstanz und wandeln sich durch Verknöcherung theilweise oder selbst ganz zu knöchernen Röhren (wie beim Stör und vielen Knochenfischen) um. Die wesentlichste Einrichtung im Bau dieses Kanalsystems besteht darin, dass zahlreiche Nervenzweige in's Innere dringen, um mit einem nervösen Endapparat, den sog. Nervenknöpfen zu enden (Leydig). Die zu diesem Kanalsystem gehenden Nerven sind am Rumpfe der Nervus lateralis vagi, am Kopfe vorzüglich der Nervus trigeminus.

Hiermit verwandte Bildungen sind auch die von Leydig als becherförmige Organe bezeichneten, welche in der Epidermis vieler Süsswasserfische eingebettet sind und stäbchenförmige Endapparate enthalten. Auch die unter der Form unverzweigter Röhren bekannten sog. Gallertröhren stellen Gebilde ähnlicher Art dar, die aber nur bei Selachiern und Chimaeren sich vorfinden. Sie finden sich am Kopfe, können aber auch noch auf entferntere Körperstellen, wie z. B. bei den Rochen bis über die Brustflossen hinaus, sich erstrecken. Sie beginnen

mit einer blind abgeschlossenen ampullenartigen Erweiterung, welche Nervenendigungen enthält, und münden, in ein cylindrisches verschieden langes Rohr ausgehend, an der Oberfläche nach aussen.

Endlich gehören auch noch die sog. Savi'schen Bläschen *(Appareil folliculaire nerveux)* hierher, welche an der untern Seite des Kopfes bei Torpedo, in der Umgebung der Nasengrube sich vorfinden und in ihrem Innern eine warzenähnliche Hervorragung enthalten, welche der Träger eines nervösen Endapparates ist (Leydig).

b. Fühl- und Tastorgane der wirbellosen Thiere.

Bei den wirbellosen Thieren sind Werkzeuge des Fühlens und Tastens sehr verbreitet und werden von verschiedenartigen Anhängen des Leibes, namentlich des Kopfes, in der Gestalt von Wimpern, Haaren, Borsten, Fäden u. dgl. dargestellt. Manche derartige Anhangsgebilde des Kopfes werden daher auch nach ihrer Funktion besonders Fühler und Taster genannt. Alle diese dem Tast- und Fühlsinn dienenden Gebilde zeigen indess bezüglich ihres Vorkommens, ihrer Gestalt und Zahl grösste Verschiedenheit und Mannigfaltigkeit.

Bei den Arthropoden stellen die Fühlwerkzeuge 1—2 Paar gegliederte Kopfanhänge — die sog. Fühler *(Antennae)* — dar. Insekten und Myriapoden besitzen ein solches Fühlerpaar, die Crustaceen dagegen zwei Paare. Bei den Arachniden indess, bei welchen die Fühler in, zur Beihülfe der Nahrungsaufnahme dienende Werkzeuge umgewandelt sind, werden sie durch die feinfühlenden Endglieder der Beine vertreten.

Bei den Mollusken kann die ganze weiche Körperhaut dem Fühlsinn dienstbar sein; doch besitzen sie nebst dem noch besondere Fühl- und Tastorgane. So sind bei den Cephalopoden solche die Arme, bei Gastropoden die am Kopfe stehenden Fühlhörner, bei den Lamellibranchien die lippenartigen Blättchen vor den Kiemen, beiderseits des Mundes. Bei den Würmern kann auch die ganze weiche Körperhaut den Sitz des Fühlsinns abgeben. Doch da, wo in Folge zu bedeutender Verdickung oder des Umschlossenseins durch schützende Gehäuse u. dgl. sie weniger zugänglich ist, sind es Anhänge des Körpers, besonders des vordern Abschnittes, welchen die Fühl- und Tastfunction übertragen ist. Als Gebilde dieser Art fungiren die weichen Mundtheile (Lippen etc.) bei den Lumbricinen Nereïden, Trematoden, Turbellarien, Nematoden, sowie die tentakelartigen Fortsätze am vordern Körpertheil der Planarien. Besonders entwickelt zeigen sich die als Tastorgan fungirenden Gebilde bei Kopf- und Rückenkiemern, wo sie auch gewöhnlich Fühler genannt werden. Ihre Zahl ist aber sehr verschieden, bald nur aus 2—3 bestehend, bald ganze

Büschel dünner langer Fäden, wie Solches besonders bei den Kopfkiemern der Fall ist, darstellend. Auch die bei manchen Ringelwürmern von den Fussstummeln getragenen Cirren leisten Tastfunktion.

Bei den Echinodermen vermitteln wohl nur die Mundtentakeln Gefühlswahrnehmungen. Gleiches gilt auch bei den Cœlenteraten für die, den Eingang zur Verdauungshöhle umstellenden und das Ergreifen und Einführen der Nahrungsmittel bewirkenden Tentakeln. Bei den Scheibenquallen trägt aber ausserdem der Scheibenrand noch fadenartige Anhänge — die sog. Senk- oder Fühlfäden —, die einer bedeutenden Verlängerung fähig sind, so dass sie sehr tief in's Wasser hinabreichen können, welche wohl auch Fühlorgane sind. Bei den Protozoën endlich finden sich auch mancherlei Bildungen, wie Rüssel- und Borstenformationen, vor, die der Analogie nach als dem Fühl- und Tastsinne dienende gedeutet werden könnten, wenn bei diesen niedrigsten Geschöpfen ein Nervensystem schon nachgewiesen wäre.

INHALTSVERZEICHNISS

ZUM ZWEITEN THEIL.

Seite

Animale Organe und Apparate des Thierkörpers.
I. Organe der Bewegung.
A. Passiver Bewegungsapparat, Stützorgane oder Skelete.
1. Vom Skelet überhaupt 291
Skeletsubstanz.
Allgemeine Bestimmung des Skelets.
Unterscheidung verschiedener Skeletarten.
2. Vom Skelete im Besonderen 292
a. Aeusseres Skelet.
Literatur.
Aeusseres Skelet der Wirbellosen.
α) Skelete, aus einer Verdickung und Erhärtung der äussern Körperbedeckung hervorgegangen 293
Arthropoden-Skelet.
Fig. 302. Tausendfüssler (*Scolopendra morsitans*).
Fig. 303. Aeusseres Skelet eines Käfers in seine Segmente zerlegt 294
β) Skelete, durch Einlagerung von Kalksalzen in die Körperbedeckungen bewirkt 295
γ) Skelete durch Einlagerung fester Substanzen, besonders Kalksalze, in das Körperparenchym bewirkt 296
Axenskelete.
Fig. 304. Gorgonia verrucosa.
Fig. 305. Veretillum.
Flache Skelete 297
Röhrige Skelete.
Fig. 306. Orgelkoralle (*Tubipora*).
Fig. 307. Weisse Koralle (*Oculina virginea*).
δ) Skelete, durch erhärtende Secrete erzeugt.
ε) Aneignung fremder Skelete 298
b. Inneres Skelet.
α) Inneres Skelet bei wirbellosen Thieren.
β) Inneres Skelet der Wirbelthiere 299
Literatur.
a) Einfachste Anlage des inneren Skelets 301
Fig. 308. Querschnitt des inneren Skelets von Petromyzon marinus.
Fig. 309. Ein Theil der Chorda mit ihren beiden Scheiden im Querschnitt von Petromyzon marinus . . . 302
Fig. 310. Querschnitt des Schwanztheils des Skeletes desselben Thieres 303
Fig. 311. Querschn. d. Skel. v. Amphioxus lanceolatus 304
b) Umwandlung des Faserskelets in Knorpel- und Knochenskelet.

Seite

Wesentliche Theile des Wirbelthierskelets.
aa) Entwicklung der Wirbelsäule.
Fig. 312. Schema der Bildung der Wirbelkörper bei den Fischen.
Fig. 313. Fischwirbel, den Uebergang der Querfortsätze in die Bildung der untern Bogen darstellend . . 305
Fig. 314. Rumpfskelet eines Knochenfisches im Querdurchschnitt.
bb) Hervorgehen des Schädels (*Cranium*) aus dem vorderen Theil des Kanals des Rückgrates.
Primordialcranium.
Fig. 315. Kopf und Kiemengerüst von Petromyzon fluviatilis 306
Fig. 316. Kopfskelet und Kiemengerüst von Acanthias vulgaris.
cc) Antlitztheil des Kopfes 307
dd) Theile, welche das aus Kopf und Wirbelsäule bestehende Wirbelthierskelet noch vervollständigen.
αα) Rippen, Brustkorb.
ββ) Gliedmassen.
Fig. 317. Querschnitt des Thoraxskelets eines Säugethieres 308
Fig. 318. Querschnitt d. Rumpfskelets eines Vogels.
Fig. 319. Schema des Beckengürtels.
Fig. 320. Schema des Schultergürtels . . . 309
γγ) Allgemeines über die Gliedmassen 310
Verschiedenheiten der Gliedmassen nach der Verschiedenheit der Ortsbewegung u. dergl.
Fig. 321. Skelet v. afrikanischen Elephanten.
Die Gliederung der Gliedmassen.
Fig. 322. Skelet vom Crocodil 311
Fig. 323. Skelet von Dipus bipes.
Fig. 324. Skelet von Cyprinus carpio . . 312
Fig. 325. Skelet der menschlichen Hand . . 313
Fig. 326. Hand- und Fussskelet vom Pferd.
Fig. 327. Handskelet von Chelydra.
c. Vom inneren Skelet der Wirbelthiere im Besonderen.
α) Rumpfskelet.
a) Der Säugethiere.
aa) Wirbelsäule 315
Halstheil derselben.
Beständigkeit der Zahl der Wirbel.
Abweichungen von der Regel.
Fig. 328. Skelet von Manatus australis . 314
Fig. 329. Skelet vom Pferd 316
Fig. 330. Skelet vom Faulthier . . . 317
Länge des Halses von der Länge der vorderen Gliedmassen abhängig.
Länge des Halses auch von der Belastung bedingt.
Fälle, wo die Halslänge nicht unter diesen Einflüssen steht 318
Fig. 331. Skelet von der Robbe.
Fig. 332. Skelet einer Fledermaus . . 319
Formeigenthümlichkeiten einzelner Halswirbel.
Brusttheil der Wirbelsäule.
Lendentheil derselben 320
Fig. 333. Skelet von Bos taurus.
Beckentheil.
Verwachsung desselben mit den Hüftbeinen.
Fig. 334. Rumpfskelet von Myrmecophaga. 321

Seite

Kreuzbein *(Os sacrum)*.
Zahl der Kreuzwirbel.
Rippenrudimente.
Schwanztheil der Wirbelsäule.
Verschiedengradige Entwicklung desselben nach der Verschiedenheit seiner Leistung . . 322
Untere Bogen der Schwanzwirbel zur Bildung des Canalis caudalis 322
bb) Brustkasten *(Thorax)*.
αα) Rippen *(Costae)* 323
Fig. 335. Querschnitt des Thoraxskelets eines Säugethieres.
Sternal- und Vertebralrippen.
Fig. 336. Skelet vom Schnabelthier.
Unbeständigkeit der Rippenzahl.
Eigenthümliche Rippenformen 324
Fig. 337. Rumpfskelet von Myrmecophaga.
Verschiedenheit des Verhältnisses der Zahl der falschen Rippen zu derjenigen der wahren.
Fig. 338. Skelet vom Elephanten . . 325
ββ) Brustbein *(Sternum)*.
Verschiedene Bestimmung und dem entsprechend verschiedene Gestalt desselben.
Fig. 339. Brustbein vom Orang-Utang.
Fig. 340. Brustbein vom Pferd. A. Von der Seite. B. Von vorn 326
Fig. 341. Brustbein von Lutra vulgaris . 327
Brustbein der Monotremen als Träger doppelter Schlüsselbeine.
Fig. 342. Brustb. u. Schulterg. v. Schnabelthier.
Episternum und ossa suprasternalia.
b) Rumpfskelet der Vögel.
Abänderungen, die es gegenüber dem d. Säugethiere erfahren hat 328
Fig. 343. Skelet vom weissen Schwan.
aa) Wirbelsäule 329
Abänderungen, welche die bei den Säugethieren unterscheidbaren Abschnitte hier erfahren haben.
Fig. 344. Skelet vom indischen Casuar 329
Erörterung der Streitfrage, ob den Vögeln eine Pars lumbalis zukomme oder nicht.
Die Zahl der Halswirbel grösser als bei Säugethieren und unbeständig . . . 330
Abhängigkeit der grösseren Zahl der Halswirbel von der Verlegung des Thorax weiter nach hinten u. von d. geringeren Rippenzahl.
Abhängigkeit d. Halslänge v. d. Höhe d. Beine.
Fig. 345. Skelet vom Cariama.
Abänderung dieser Regel bei den Schwimmvögeln, wo die Länge der Beine nicht mehr das Maass für die Halslänge abgeben kann.
Fig. 346. Skelet von Cygnus olor. . 331
Krümmungen der Halswirbelsäule und Formen der Halswirbel 331
Halsrippen 332
Fig. 347. A. Ein Halswirbel von oben; B. ein desgl. von unten.
Verbindungsweise des Kopfes mit der Wirbelsäule und dadurch bedingte Abänderung

Seite

der Form der beiden ersten Halswirbel.
Fig. 348. Schädel von der Gans, von unten dargestellt 333
Fig. 349. A. Atlas und B. Epistropheus vom Neuholländ. Casuar.
Verbindungsweise der Körper der Halswirbel 334
Fig. 350. Halswirbel mit der sattelförmigen Gelenkfläche ihrer Körper.
Brusttheil der Wirbelsäule der Vögel.
Beckentragender Theil derselben.
Fig. 351. Skelet des Vogelbeckens . . 335
Primit. u. secund. Becken- od. Sacralwirbel.
Vergleichung ihres Verhaltens bei den verschiedenen Wirbelthieren 336
Schwanztheil der Wirbelsäule . . 337
bb) Rippen *(Costae)* der Vögel.
Zahl derselben unter derjenigen der Säugethiere stehen bleibend 338
Lage der falschen und wahren Rippen.
Vertebral- u. Sternalrippen mit Rippenhaken.
Fig. 352. Rumpfskelet v. Falco fulvus.
cc) Brustbein der Vögel.
Beziehung der Entwicklung des Brustbeinkammes zur Stärke der Brustmuskulatur.
Fig. 353. Brustbein v. Falco ossifragus 339
Fig. 354. Desgl. vom africanischen Strauss.
Foramina obturatoria sterni u. d. Umwandlung.
Fig. 355. Brustbein vom Steinadler.
Fig. 356. Unteres Ende des Brustbeines bei der blaurückigen Möve.
Fig. 357. Desgl. von der wilden Ente 340
Fig. 358. Desgl. von der Feldtaube *(Columba livia)*.
Fig. 359. Desgl. vom Pfau.
Fig. 360. Desgl. v. Columba domestica.
c) Rumpfskelet der Amphibien 341
aa) Rumpfskelet der Chelonier.
Fig. 361. Inner. u. Hautskelet v. Chelonia mid.
Hautskelet der Chelonier.
Inneres Rumpfskelet der Chelonier . . 342
bb) Rumpfskelet der übrigen Amphibien . 343
αα) Wirbelsäule der Krokodile u. Saurier.
Fig. 362. Skelet vom Krokodil.
Verschiedene Abschnitte desselben.
Fig. 363. Skelet vom Chamæleon . . 344
Gestalt der Wirbel.
ββ) Wirbelsäule der Schlangen u. schlangenähnlichen Saurier.
Rippentragende und rippenlose Wirbel . . 345
γγ) Wirbelsäule der nackten Amphibien.
Die Wirbel auf eine kleine Zahl reducirt.
Fig. 364. Rumpfskelet von Pipa . . . 346
δδ) Rippen und Brustbein der Amphibien . 346
aa) Der Krokodile und Saurier.
Eigenthümliche Verwendung der falschen Rippen bei Draco viridis 347
Fig. 365. Skelet vom Drachen.
Vorkommen v. Costae abdominales beim Krokodil 348
Fig. 366. Skelet vom Krokodil.

Seite
Brustbein der Krokodile und Saurier.
Fig. 367. Sternum eines Sauriers . . 349
Fig. 368. Desgl. vom Krokodil.
Mangel des Episternums bei Chamæleon.
bb) Rippen der Schlangen oder Ophidier.
cc) Rippen und Brustbein der nackten Amphibien 350
Fig. 369. Rippenrudimente bei Salamandra maculata.
Fig. 370. Brustbein von Rana temporaria 351
Fig. 371. Brustbein von Pipa . . . 351
Fig. 372. Desgl. von Rana esculenta.
Fig. 373. Desgl. von Bufo.
d. Ueber Episternalbildungen der Wirbelthiere überhaupt.
Fig. 374. Episternum von der jungen Beutelratte und vom Hamster 352
b) Rumpfskelet der Fische 353
aa) Wirbelsäule.
Fig. 375. Skelet vom Karpfen.
Entwicklung und Form der Wirbelkörper.
Fig. 376a—c. Schemata d. Entwicklung derselb.
Fig. 377. Fischwirbel 354
Fig. 378. Desgl.
Verschiedenes Verhalten des Caudaltheils der Wirbelsäule 355
Fig. 379. Schwanzende der Wirbelsäule mit der Schwanzflosse von Cyprinus Carpio. 356
bb) Rippen der Fische.
Fig. 380. Skelet vom Karpfen.
Verschiedene Entwicklung derselben . . . 357
Allgemeiner Mangel eines ventralen Schlusses (Brustbeins) derselben.
β) Gliedmassenskelet der Wirbelthiere.
Gliedmassen-Gürtel, Lenden- und Schultergürtel.
Typische Bestandtheile dieser Gürtel.
a) Beckengürtel der Wirbelthiere . . . 358
aa) Beckengürtel der Säugethiere.
Fig. 381. Schema des Beckengürtels . . 358
Wegfall des Beckens, wo die zu tragende Gliedmasse fehlt.
Fig. 382. Skelet von Manatus australis.
Mangel d. ventralen Schlusses (durch d. Symphysis oss. pubis. 359
Fig. 383. Skelet einer Fledermaus.
Fig. 384. Rumpfskelet von Myrmecophaga.
Beutelknochen *(Ossa marsupialia)* . . . 360
Fig. 385. Becken vom Beutelthier auf den Beutelknochen *(Ossa marsupialia)*.
Fig. 386. Skelet vom Schnabelthier.
bb) Beckengürtel der Vögel.
Fig. 387. Skelet des Vogelbeckens . . 361
Eröffnung der Schoosfuge.
Fig. 388. Skelet vom Casuar.
Fig. 390. Rumpfskelet eines Vogels . . 362
cc) Beckengürtel der Amphibien. . . . 363
αα) Beckengürtel d. beschuppten Amphibien.
Beckengürtel der Chelonier.
Fig. 391. Becken einer Landschildkröte.

Seite
Fig. 392. Desgl. von Chelonia midas.
Beckengürtel der Saurier u. Krokodile.
Betheiligung der Sitzbeine am ventralen Beckenschlusse 364
Allmähliges Zurücktreten der Schoosbeine von der Theilnahme an diesem ventralen Beckenschlusse.
Gleichzeitiges allmähliges Zurücktreten d. Schoosbeine auch von der Theilnahme an der Bildung der Hüftgelenkpfanne.
Fig. 393. Becken von Iguana delicatissima 364
Fig. 394. Becken vom Krokodil.
ββ) Beckengürtel der nackten Amphibien. 365
Bildung desselben aus Darm und Sitzbein; die Schoosbeine einer solchen Rückbildung anheimgefallen, dass entweder nur noch Spuren von denselben vorhanden sind, oder sie ganz fehlen.
Fig. 395. Becken von Salamandra maculata 366
Fig. 396. Becken von Menopoma gigant.
Sitzbein bei den schwanzlosen Batrachieren zu einer senkrecht stehenden Scheibe verschmolzen.
Fig. 397. Becken von Pipa.
dd) Beckengürtel der Fische.
Fig. 398. Skelet vom Karpfen . . . 367
Fig. 399. Träger der Bauchflossen v. Lophius.
b) Schultergürtel der Wirbelthiere . . . 368
aa) Schultergürtel der Säugethiere.
Skelettheile desselben.
Fig. 400. Schema des Schultergürtels.
Fig. 401. Schultergürtel v. Schnabelthier.
Reduction seiner Skelettheile.
Fig. 402. Skelet vom Pferd 369
Warum die Scapula beweglich und verschiebbar aussen am Thorax liegt.
Bestimmung der Schlüsselbeine.
Abhängigkeit ihrer Ausbildung von der Stärke der Brustmuskulatur 370
Fälle, wo doppelte Schlüsselbeine, wo einfache und wo gar keine vorhanden sind.
Fig. 403. Skelet von einer Fledermaus.
Fig. 404. Schultergürtel vom Schnabelthier 371
Vorkommen von Schlüsselbeinrudimenten.
bb) Schultergürtel der Vögel.
Zusammensetzung desselben aus Schulterblatt und zwei Schlüsselbeinen.
Fig. 405. Schultergürtel vom Steinadler.
Fig. 406. Desgl. von Falco ossifragus . 372
Beziehung der Stärke der beiden Schlüsselbeine zur Entwicklung d. Brust- u. Flügelmuskulatur.
Rückbildung derselben bei den Brevipennen.
Fig. 407. Schultergürtel vom Strauss . . 373
Fig. 408. Desgl. von Rhea americana.
Fig. 409. Desgl. vom neuholländ. Casuar.
Fig. 410. Desgl. von Casuarius galeatus.
Erörterung d. Frage, welches d. beiden typischen Schlüsselbeine fehlt, wenn nur eins von beiden vorhanden ist.
cc) Schultergürtel der Amphibien . . 374
αα) Schultergürtel d. beschuppt. Amphibien.

Seite
Bestandtheile desselben bei Sauriern.
Fig. 411. Schultergürtel der Saurier.
Theile desselben bei Krokodilen . . . 375
Fig. 412. Schultergürtel vom Krokodil.
Theile des Schultergürtels bei den Cheloniern.
Fig. 413. Inneres und Hautskelet von der Schildkröte.
Mangel des Schultergürtels bei den Schlangen.
ββ) Schultergürtel der nackten Amphibien . 376
Typische Bestandtheile desselben.
Fig. 414. Schultergürtel v. Rana esculenta.
Fig. 415. Desgl. von Rana temporaria.
Fig. 416. Desgl. von Pipa.
dd) Schultergürtel der Fische.
Mangel desselben bei Mangel der zugehörigen Gliedmassen, sonst aber, wo er vorhanden ist, nach dem allgemeinen Plane angelegt.
Schultergürtel der Selachier 377
Schultergürtel der Knochenfische.
Fig. 417. Schultergürtel mit Brustflosse vom Karpfen.
Fig. 418. Desgl. v. Lophius . . . 378
c) Skelet der eigentlichen Gliedmassen.
aa) Der Säugethiere.
Typische Zahl der Gliedmassen.
Abweichungen davon.
Fig. 419. Skelet von Manatus.
Gliederung derselben in der Längsrichtung mit der menschlichen übereinstimmend, dieselbe dagegen in der Quere meistens davon verschieden . 379
Die Verschiedenheiten die Folge von verschiedenen Anpassungen an versch. Gebrauchsweisen.
αα) Oberarm und Oberschenkelbein.
Fig. 420. Skelet vom Pferd.
Fig. 421. Skelet vom Schnabelthier . . 380
Fig. 422. Canalis supracondyloidus humeri mit durchgehenden Gefässen und Nerven.
ββ) Unterarm und Unterschenkel.
Beziehungen der beweglichen Verbindungen von Radius und Ulna zur Vermittlung der Drehbewegungen der Hand 381
Verwachsung d. beiden Knochen, Verkümmerung der Ulna und grössere Theilnahme des Radius an dem Tragen des Oberarmes, wo die Drehbewegungen fehlen.
Fig. 423. Unterarm- und Handskelet vom Elephanten.
Bestimmung des Unterschenkels 381
Vergleichung desselben mit dem Unterarm.
Fig. 424. Skelet von Bos taurus . . 382
Fig. 425. Unterschenkel und Fussskelet des Elephanten.
Stärkere Entwicklung der Fibula u. Theilnahme derselben am Tragen des Oberschenkels . 383
Fig. 426. Skelet vom Faulthier.
Olecranonartiger Fortsatz der Fibula.
Vorkommen eines Sesambeines — einer Patella lateralis — zwischen Fibula und Femur.
Bedeutung der Kniescheibe *(Patella)* . . . 384
Mangel derselben.

Seite

γγ) Hand und Fuss der Landsäugethiere.
Verschiedenheit bezüglich der Zahl der Finger und Zehen 385
Fig. 427. Hand- u. Fussskelet v. Elephanten.
Fig. 428. Hand- und Fussskelet vom Pferd.
Fig. 429. Handskelet vom Rind, Schwein, Tapir und Hund 386
Fig. 431. Skelet von Dipus bipes . . 387
Fig. 432. Handskelet vom Menschen.
Anpassung des Fusses an die Greiffunction.
Verschiedenheit bezüglich der Ausdehnung, mit welcher die Hände und Füsse bei der Ortsbewegung mit dem Boden in Berührung treten, und Einfluss desselben auf die Schnelligkeit des Laufes 387
Fig. 433. Skelet vom Faulthier.
Skeletbau der Gliedmassen der Wiederkäuer und Einhufer.
Fig. 434. Skelet vom Rind 388
Fig. 435. Handskelet vom Rind.
Vorkommen von zwei Afterzehen bei einzelnen Wiederkäuern 391
δδ) Gliedmassen der Säugethiere, welche oft oder ausschliesslich im Wasser sich aufhalten.
Schwimmhäute zwischen den Fingern und Zehen, die Gliedmassen zu flossenähnlichen Ruderorganen umgewandelt.
Fig. 436. Skelet vom Schnabelthier.
Fig. 437. Skelet von Phoca vitulina. . 392
Fig. 438. Skelet von Manatus . . . 393
Fig. 439. Skelet der vordern Gliedmasse von Delphinus phocæna.
εε) Gliedmassen der Säugethiere, die zum Fluge befähigen.
Fallschirmartige Vorrichtungen.
Bildung von wirklichen Flugwerkzeugen . . 394
Fig. 440. Skelet einer Fledermaus.
bb) Gliedmassen der Vögel.
αα) Vordere Gliedmassen zur Flugbewegung umgestaltet.
Fig. 441. Skelet des Vogelflügels . . . 395
Gliederung derselben entsprechend den vorderen Gliedmassen der Säugethiere 395
Unterschied zwischen der Flügelbildung der Vögel und Chiropteren 396
Fig. 442. Muskulatur des Vogelflügels.
Eigenthümliche Mechanismen und Spannung elastischer Gebilde, welche ohne Theilnahme der Muskeln schon einen Theil der Flügelbewegung bewirken 397
ββ) Hintere Gliedmassen zur Gangbewegung bestimmt.
Länge derselben verschieden und von den Verhältnissen abhängig, in welchen die Vögel ihr Leben verbringen und ihre Nahrung gewinnen müssen.
Gliederung derjenigen der Säugethiere ähnlich — Abweichung von der Anordnung der letztern.
Fig. 443. Skelet vom Schwan . . . 398

Seite
Fig. 444. Skelet von Cariama . . . 399
Zahl und Stellung der Zehen.
Fig. 445. Skelet vom Casuar . . . 400
Fig. 446. Hintere Gliedmassen v. Colymbus.
Fig. 447. Fussskelet vom Strauss, Casuar, Höckerhuhn, Papagei und Schwan . 401
Gliederung der Zehen von derjenigen der Säugethiere abweichend.
cc) Gliedmassen der Amphibien. . . . 400
Bedingungen schwächlicherer Ausbildung derselb.
Gliederung denen der höheren Wirbelthiere ähnlich. 401
Fibula bei den beschuppten Amphibien mit dem Oberschenkel articulirend.
Patella selten vorkommend.
Vorkommen ein. kniescheibenähnlichen Sesambeins *(Patella brachialis)* an dem Ellenbogengelenk.
Carpus und Tarsus bezüglich der Zahl ihrer Glieder grosse Verschiedenheit zeigend.
Fig. 448. Skelet vom Chamæleon . . 402
Fig. 449. Handskelet von Chelydra.
Fig. 450. Skelet vom Krokodil.
Umwandlung der Gliedmassen der Seeschildkröten zu flossenähnlichen Ruderorganen . . . 403
Verkürzung von Ober- und Vorderarm und Wegfall ihrer Gelenkverbindungen bei den fossilen Sauriern.
Die Gliederung von Hand- und Fussskelet derselben den Flossenstrahlen der Fische ähnlicher.
Fig. 451. Vord. Gliedmasse v. Ichthyosaurus.
Bei den nackten Amphibien mancherlei Verschiedenheiten des Gliedmassenskelets in Folge Verschmelzung und Reduction einzelner Skelettheile 404
Mangel der Patella und Vorkommen einer s. g. Patella brachialis 404
Einfachste Anlage von Carpus und Tarsus bei geschwänzten Batrachiern und Perennibranchiaten als Ausgangspunkt für Carpus und Tarsus der höheren Thierformen.
Fig. 452. Schema der vordern Gliedmasse eines Amphibiums.
Fig. 453. Fussskelet von Salamandra maculata 405
Die Finger- und Zehenzahl verschieden, von fünf bis auf zwei herabsinkend.
dd) Gliedmassen der Fische.
Ausschliessl. Ruderorgane — Flossen — darstellend.
Unpaare Flossen.
Paarige Flossen, Brust- u. Bauchflossen.
Fig. 454. Skelet von Cyprinus Carpio . 406
Flügelartige Vergrösserung der Brustflossen bei manchen Fischen.
Armartige Gestaltung derselben in einzelnen Fällen.
Fig. 455. Brustflossen bei Lophius.
Grosse Wandelbarkeit der Lage der Bauchflossen 407
Umwandlung der Brustflossen oder auch der Rückenflosse zu scheibenartigem Haftapparat.
Bau der unpaaren Flossen.

Seite
Bau der paarigen Flossen 407
Durch Reduction von Ober- und Vorderarm, Ober- und Unterschenkel, sowie durch zahlreichere Gliederung der Hand und des Fusses die Aehnlichkeit mit dem entsprechenden Theile der Gliedmassen der höheren Thiere beinahe gänzlich verwischt.
Fig. 456. Bauchflossen von Lophius.
Brustflossen der Selachier, den Grundplan bergend, aus welchem das Gliedmassenskelet der höheren Thiere hervorgeht 408
Fig. 457. Schema d. Brustflosse ein. Selachiers.
Umänderung, welche dieses Brustflossenskelet bei den Ganoiden erfährt 409
Uebergang zu d. Brustflossenskelet d. Knochenfische.
Fig. 458. Brustflossen v. Cyprinus carpio. 410
Bau der Bauchflossen.
Rückblick 411
Beleuchtung des allen Wirbelthieren gemeinsamen Grundplanes, nach dem ihr Gliedmassenskelet angelegt ist.
Fig. 459. Schema der Brustflossen eines Selachiers.
Fig. 460. Handskelet von Chelydra . . 412
Fig. 461. Fussskelet von Salamandra. . 413
Vergleichung der vorderen und hinteren Gliedmassen.
Verschiedene Ansichten über die Homologie der Skelettheile derselben.
Torsionstheorie 414
Verschiebungstheorie 416
γ) Kopfskelet der Wirbelthiere 417
a) Kopfskelet überhaupt.
Hervorgehen des Schädels *(Cranium)* aus einer Erweiterung des Rückgrats-Kanals.
Mangel eines solchen bei Amphioxus.
Einfachste, niedrigste Form des Schädels, als eine ungegliederte Kapsel — Primordialcranium.
Höhere Form desselben, eine gegliederte Kapsel.
Grundplan des Baues des Schädels von dem des Rückgrates abgeleitet.
Zur Erleichterung des Verständnisses des Schädelbaues — Darlegung der Verhältnisse, die bestimmend auf Bau und Gestaltung des Rückgrates einwirken 418
Fig. 462. Schema eines Wirbels.
Fig. 463. Desgl.
Fig. 464. Ein Wirbel, noch in drei Stücke zerlegbar 419
Unterscheidung von, den Wirbeln des Rückgrates homologen Ringbezirken d. Schädels — Schädelwirbel.
Zahl dieser Schädelwirbel. 419
Fig. 465. Längsdurchschnitt des Schädels vom Schaf *(Ovis)* mit Darstellung d. Schädelwirbel.
Theile, welche die Schädelwirbel bilden . . . 420
Fig. 466. Längsdurchschnitt der Schädelhöhle beim Schaf.
Vertheidiger der Wirbeltheorie.

Seite

Unrichtigkeit der Gesichtspunkte, von denen aus man den Wirbelbau des Schädels meistens beurtheilt. 421
Bekämpfung der bisherigen Wirbeltheorie und Aufstellung einer neuen (durch Gegenbaur).
Einwürfe, welche gegen diese neue Wirbeltheorie gemacht werden können und deren Richtigkeit in Frage stellen 422
Kiefergaumengerüst des Kopfskelets . . 425
Einfachste Anlage desselben.
Fig. 467. Kopf- und Kiemenskelet v. Acanthias vulgaris 426
Fig. 468. Schema des Kopf- und Kiemenskelets eines Selachiers.
Fig. 469. Kopf- und Kiemengerüst von Petromyzon.
Hervorbildung des Kiefergaumengerüstes aus einer Umwandlung des vorderen Bogens des Kiemengerüstes 427
b) Vom Kopfskelet im Besonderen.
aa) Der Säugethiere.
αα) Schädel *(Cranium)* 427
Knochen desselben 427
Fig. 470. Schädel vom Hunde, von der Seite. 428
Fig. 471. Durchschnitt des Schädels v. Schaf. 429
Fig. 472. Schädel vom Hunde, von unten dargestellt.
Stärkere Ausbildung des Stirnbaues bei Hörnertragenden Thieren 432
Veränderte Lage der Schädelknochen bei den Cetaceen.
Fig. 474. Schädel vom Delphin.
Verbindungsweise der Schädelknochen und Abweichungen derselben 433
Formbesonderheit der Schädelknochen.
Verknöcherung von sonst fibrösen Theilen.
Fig. 475. Knöchernes Tentorium cerebelli bei der Katze.
Entwicklung der Knochenzapfen auf dem Stirnbein der Wiederkäuer, Hörner und Geweihe.
Fig. 476. Längsdurchschnitt des Schädels vom Schaf mit dem Stirnzapfen für das Horn . 434
Verschiedenheiten des Foramen jugulare.
ββ) Antlitztheil des Kopfskelets der Säugethiere. 435
Knochen desselben.
Fig. 477. Schädel vom Hunde, von der Seite. 435
Fig. 478. Desgl. von unten 436
Accessorische Antlitzknochen.
Erweiterung des Canalis infraorbitalis zur Aufnahme eines Muskels 437
Fig. 480. Schädel v. Phoca grœnlandica.
Umbildung des Process. zygomaticus des Oberkieferbeines zu einem Knochengewölbe für die Aufnahme einer Backentasche 438
Augenhöhle.
Verschiedenheit, welche ihre Knochenwände und die sie bildenden Knochen darbieten.
Mangel der Schläfenwand bei den meisten Säugethieren (mit Ausnahme der Affen) und Beziehung desselben zur Musculatur des Augapfels. 439
Nasenhöhlen.
Knochen, welche die Wände bilden . . . 440

Seite
Abweichende Form und Lage bei den Cetaceen.
Fig. 481. Längsdurchschnitt der Nasenhöhle beim Schaf 441
Fig. 482. Schädel vom Delphin.
bb) Kopfskelet der Vögel.
αα) Schädel.
Knochen, die ihn bilden.
Fig. 483. Schädel v. Meleagris, von der Seite dargestellt.
Fig. 484. Desgl. von unten 442
Abweichung des Verhaltens der Knochen der Schläfengegend von denen bei den Säugethieren. 443
Homologieen der hier neu auftretenden Skelettheile.
Besonderheiten d. Knochen des Vogelschädels. 444
ββ) Antlitztheil des Kopfskelets der Vögel. 445
Fig. 485. Schädel der Gans, von unten.
Fig. 486. Schädel vom Truthahn, von der Seite.
Knochen desselben und lockere Verbindungsweise.
Unterkiefer, in eine Anzahl von Stücken zerfallend. 446
Augenhöhle, deren Abweichung von denen der Säugethiere 446
Accessorische Knochen im Umfange der Orbita. 447
Nasenhöhle.
Fig. 487. Schädel der Gans, von unten.
cc) Kopfskelet der Amphibien 448
αα) Schädel.
Knochen desselben.
Fig. 488. Schädel von Platydactylus.
Ausschluss einzelner Schädelknochen von der Theilnahme an der Bildung der kleinen Schädelhöhle.
Verkümmerung einzelner Theile der Schädelknochen und desshalb defecter Schluss der Schädelhöhle.
Fig. 489. Querschnitt d. Schädels v. Chelonia midas 449
Schläfengewölbe der Chelonier 450
Noch weiter gehende Reduction der die Schädelhöhle umschliessenden Knochen bei den nackten Amphibien.
ββ) Antlitztheil d. Kopfskelets d. Amphibien 452
Die Verbindung der Knochen desselben minder gelockert, als bei den Vögeln.
Fig. 492. Kopfskelet einer Schlange.
Fig. 493. Desgl. von Platydactylus . . 453
Unterkiefer in eine Anzahl Einzelstücke zerfallend.
dd) Kopfskelet der Fische 454
αα) Schädel 455
Zurückführbarkeit des Baues des Schädels der Knochenfische auf den der höheren Thiere.
Unterscheidbarkeit von wirbelähnlichen Ringbezirken in hinteren, mittleren und vorderen.
Hinterer oder Occipitalwirbelbezirk und die ihn bildenden Knochen.
Mittlerer und vorderer Wirbelbezirk und die Knochen, welche diese bilden 456
Rückbildung des mittleren und vorderen Wirbelbezirkes.
Ergänzung der verkümmerten Schädelknochen durch Beiziehung von Knochen, welche Ver-

Seite
knöcherungen der äusseren Bedeckung sind . 457
Fig. 494. Skelet von Cyprinus carpio.
Schaltknochen des Schädels 458
Schädel der Ganoïden 459
Schädel der Selachier.
Fig. 495. Kopfskelet v. Acanthias vulgaris.
Fig. 496. Die verlängerte Schnauze des Sägefisches 460
Fig. 497. Kopfskelet von Petromyzon.
ββ) Antlitztheil des Kopfskelets der Fische 461
Knochen desselben bei den Knochenfischen zurückführbar auf diejenigen des Antlitzgerüstes der höheren Thiere.
Nebstdem noch von Knochen gebildet, welche 1) den Kiemendeckelapparat zusammensetzen und 2) accessorische Knochen darstellen. 462
Fig. 498. Skelet von Cyprinus carpio . 463
γγ) Antlitzgerüst der Selachier.
δ) Eingeweideskelet 464
aa) Der Fische.
Kiemenkorb bei Amphioxus.
Fig. 499. Athmungsapparat von Amphioxus . . . 465
Kiemengerüst bei Knochenfischen und Selachiern.
Fig. 500. Kiemenapparat eines Knochenfisches . . 466
Fig. 501. Desgl. von Plagiostomen.
Fig. 502. Schlundkiefer mit Zähnen besetzt . . . 467
Fig. 503. Kiemengerüst vom Acanthias.
Fig. 504. Kiemengerüst von Salmo salar von oben. . 468
Fig. 505. Desgl. von unten 469
Fig. 506. Skelet von Cyprinus carpio.
Umwandlungen, welche einzelne Kiemenbogen bei manchen Fischen erleiden 472
Kiemengerüst der Cyclostomen und Ableitung seiner Bildung aus äusseren Deckgebilden des Kiemenapparates der übrigen Fische 472
Fig. 509. Kiemengerüst von Petromyzon fluviatilis.
Fig. 510. Kiemenapparat eines Plagiostomen . . . 473
Fig. 511. Kiemenapparat von Petromyzon marinus . 474
bb) Eingeweideskelet der Amphibien, Vögel und Säugethiere.
Fig. 512. Kiemengerüst und Zunge bei einer Larve von Salamandra maculata 475
Zungenbein der luftathmenden Wirbelthiere.
Zungenbein der nackten Amphibien.
Zungenbein der beschuppten Amphibien.
Zungenbein der Vögel 476
Fig. 513. Zungenbein der Gans.
Zungenbein der Säugethiere und des Menschen . . 476
Fig. 514. Zungenbein des Pferdes 477
Fig. 515. Zungenbein des Menschen.
Umgestaltung des Zungenbeinkörpers zu einer, die ansehnlichen Kehlkopftaschen umschliessenden Knochenblase.
Fig. 516. Zungenbein und Kehlkopf v. Brüllaffen *(Mycetes)*.
Rückblick. 478
Bestimmung des Eingeweideskelets und seine Umwandlungen und factionelle Aenderungen in der Reihe der Wirbelthiere.
Nachtrag 480
B. Activer Bewegungsapparat 482
1. Muskelapparat der Wirbelthiere.
Literatur.

Seite
a. Hautmuskeln der Wirbelthiere 483
Fig. 517. Hautmuskeln d. Igels, in eingerolltem Zustande desselben 485
Fig. 518. Haupthautmuskel des Igels in ausgedehntem Zustande.
Fig. 519. Hautmuskeln des Pferdes 486
b. Skeletmuskeln der Wirbelthiere 487
α. Allgemeines.
β. Skeletmuskeln der Wirbelthiere im Besonderen . . 491
a) Von den Rumpfmuskeln (Mi. trunci) überhaupt und von denen des Menschen und der Säugethiere im Besondern.
aa) Wirbelmuskeln des Rumpfes *(Mi. vertebrales trunci)* oder Muskeln der Wirbelsäule . . . 493
αα) Dorsale Wirbelmuskeln *(Mi. vertebrales dorsales)*.
ββ) Ventrale und seitliche Wirbelmuskeln *(Mi. vertebrales ventrales et laterales)* 495
γγ) Schwanzmuskeln *(Mi. caudales)* 496
bb) Viscerale Muskeln des Rumpfes *(Mi. viscerales trunci)* 497
αα) Muskeln der Bauchwand *(Mi. viscerales abdominis)*.
ββ) Muskeln der Brustwand *(Mi. viscerales thoracis)* . 498
cc) Viscerale Muskeln des Halses *(Mi. viscerales colli)*. 500
b) Rumpfmuskeln der Vögel 501
aa) Wirbelmuskeln *(Mi. vertebrales trunci)*.
bb) Viscerale Rumpfmuskeln *(Mi. viscerales trunci)* . . 502
c) Rumpfmuskeln der Amphibien 503
d) Rumpfmuskeln der Fische 505
e) Muskeln der Gliedmassen der Wirbelthiere *(Mi. extremitatum)* 506
aa) Musculatur der Gliedmassen der Säugethiere 510
bb) Gliedmassenmuskeln der Vögel 512
Fig. 520. Flügelmuskeln eines Vogels.
cc) Gliedmassenmuskeln der Amphibien . . . 513
Muskeln der vordern Gliedmassen 514
Muskeln der hintern Gliedmassen.
dd) Gliedmassenmuskeln der Fische.
Muskeln der unpaarigen Flossen 515
Muskeln der paarigen Flossen 515
f) Muskeln des Kopfes der Wirbelthiere.
Kaumuskeln der Säugethiere.
Kiefermuskeln der Vögel und Amphibien 516
Kiefermuskeln der Fische.
g) Muskulatur des Kiemenskelets der Fische und des Zungenbeins der übrigen Wirbelthiere . . . 517
2. Muskelapparat der wirbellosen Thiere 518
Literatur.
3. Elektrische Organe der Fische 519
Literatur.
Elektrischer Apparat des Zitterrochens *(Torpedo)* . . . 521
Fig. 521. Das elektrische Organ desselben.
Fig. 522. Schema der Säulchen des elektrischen Organs . . 522
Verschiedenheit der elektrischen Organe des Zitteraals *(Gymnotus electr.)* und des Zitterwelses *(Malapterurus electr.)*.

II. Organe der Empfindung, Nervenapparat 523
Elemente, aus denen derselbe aufgebaut ist, Nervenfasern und Nervenzellen.
Physiologische Bedeutung derselben 523
Unterscheidung verschiedener Arten von Nervenfasern nach ihrer funktionellen und histologischen Verschiedenheit.
Zusammentreten der Nervenzellen, in Verbindung mit den centralen Enden der Nervenfasern, zur Bildung von Centralorganen des Nervenapparates — und der peripherischen Theile der Nervenfasern zur Bildung der Nerven 524

Seite

Unterscheidung von animalem und vegetativem Nervensystem . . 525
Ganglien des vegetativen Nervensystems, Grenzstrang, accessorische Nervencentren.
Ineinandergreifen der Faserelemente des animalen und vegetativen Nervensystems.
Endigungsweise d. Nervenfasern in d. Körperorganen, peripherische Endgebilde. 526
Scheidung des Nervenapparates in 1) das Nervensystem *(Syst. nervorum)* und 2) die peripherischen Endapparate, die Sinnesorgane.

A. Nervensystem 527

I. Nervensystem der Wirbelthiere.
Literatur.
1. Animales Nervensystem, Cerebrospinalsystem . . . 528
a. Centralorgane.
α) Vom Gehirn- und Rückenmark überhaupt und dem des Menschen im Besonderen.
Rückenmark nur theilweise Centralorgan für die Spinalnerven.
Gehirn dagegen das Hauptcentralorgan für die Cerebrospinalnerven. 529
Das Hirn auch der Sitz vieler eigenthümlicher Thätigkeiten, die dem Rückenmark abgehen.
Aeusseres des Gehirns und Eintheilung desselben.
Verlängertes Mark *(Medulla oblongata)*, die Verbindung zwischen Rückenmark und Gehirn vermittelnd.
Eintheilung des kleinen Hirns 530
Eintheilung des grossen Hirns.
Höhlen im Innern des Rückenmarkes und des Gehirns.
Centralkanal des Rückenmarkes und Hirnhöhle *(Ventriculi cerebri)* 531
Entwicklung dieser Hirnhöhle bei Fœtus 532
Entwicklung des Gehirns und Rückenmarkes aus einer einfachen fœtalen Anlage 532
Fig. 523. Querschnitt durch die Embryonalanlage des Rückenmarkes.
Fig. 524. Schema der ersten Anlage des Gehirns und Rückenmarkes.
Die ursprünglichen Hirnblasen.
Eintheilung des Gehirnes auf Grund seiner Entwicklung. . 533
Verwerthbarkeit dieser Eintheilung bei dem Gehirn der niedrigst stehenden Wirbelthiere.
Unbrauchbarkeit derselben für die Darlegung der Organisation des Gehirns der höhern Wirbelthiere und des Menschen.
Für Verständniss des complicirten Hirnbaues von Werth die Unterscheidung der Hirn-, beziehungsweise Seelenthätigkeiten in sinnliche und intellectuelle Sphäre . . . 534
Nervenfasern nur Leiter für Reize, welche sie an einem ihrer beiden Enden treffen, die Nervenzellen dagegen Träger der dem Nervensystem innewohnenden Kräfte.
Die Theile des Gehirns, welche von Anhäufung grauer Substanz gebildet, sind daher der eigentliche Heerd der ihm eigenthümlichen Thätigkeit.
Aus grauer Substanz gebildete Hirntheile, in welchen die centralen Enden der Cerebrospinalnervenbahnen liegen, die Centralheerde der sinnlichen Seelenthätigkeiten . 534
Graue Hirnbildungen: im Dienste der höhern Seelenthätigkeit stehend, deren Nervenzellen nicht mit den Cerebrospinalnervenbahnen, sondern mit Nervenfasern in Verbindung stehen, deren anderes Ende — anstatt ausserhalb des Gehirnes zu liegen — innerhalb desselben sich befindet, und welche von den Zellen eines grauen Substanzbezirkes zu denen eines andern sich begeben.

Seite

Bau des verlängerten Markes.
Die Elemente der Mark- und grauen Substanz, die vom Rückenmark geführt, in anderer Weise und zu neuen Formationen zusammengeordnet 535
Beziehung der grauen Substanz zu den centralen Enden der Elemente der Cerebrospinalnerven.
Gürtelformation und muthmassliche funktionelle Bedeutung.
Bau des kleinen und grossen Hirns nach einem, bis zu einem gewissen Grade gemeinsamen Plane 536
Pedunculi cerebelli et cerebri.
Graue Hirn-Kerne des kleinen und grossen Hirns.
Markstrahlung und Rinde des kleinen und grossen Hirns. 537
Hirnfurchen und Spalten, Blättchen und Läppchen des kleinen Hirns und Hirnwindungen und Lappen des grossen Hirns.
Bogenfaserformation des kleinen und grossen Hirns. . 538
Commissuren der Hirnhemisphären, am kleinen Hirn die Brücke, am grossen der Balken und Ausstrahlung in die beiden Hemisphären = Brücken- und Balkenstrahlung.
Formationen, welche dem kleinen Hirne eigenthümlich sind. 539
Formationen, die dem grossen eigen sind.
Gewölbe mit seinen Anhängen.
Hirnkern, den Hauptheerd für diejenigen Hirnthätigkeiten abgebend, welche einen Verkehr der Seele mit dem Körper und der Aussenwelt unterhalten 540
Hirnmantel, Sitz der höhern Seelen- und Verstandsthätigkeiten 541
β) Vom Gehirn und Rückenmark der Wirbelthiere.
a) Vom Rückenmark der Wirbelthiere 542
Verhalten der Wurzeln der Spinalnerven.
Intumescentiae, cervicalis et lumbalis 543
Beziehung desselben zu den Gliedmassennerven.
Sinus rhomboïdalis posterior.
Fig. 525. Hirn und Rückenmark mit den Spinalnerven von der Haustaube.
Anschwellungen, welche einzelnen stärker entwickelten Nerven entsprechen.
Fig. 526. Gehirn und Rückenmark von Trigla adriatica 544
Verschiedene Länge des Rückenmarkes, Cauda equina.
Höchster Grad der Verkürzung bei einzelnen Fischen.
Fig. 527. Gehirn und Rückenmark von Orthagoriscus mola.
b) Gehirn der Wirbelthiere.
aa) Der Säugethiere.
Verlängertes Mark.
Kleines Hirn, Rückbildung seiner Hemisphären.
Fig. 528. Gehirn eines Affen 545
Fig. 529. Gehirn der Katze.
Fig. 530. Gehirn von Sciurus.
Fig. 531. Gehirn von Hypudæus.
Rückbildung der Brücke.
Corpus trapezoïdeum.
Grosses Hirn, geringere Entwicklung der Lappen seiner Hemisphären, sowie der Hirnwindungen und Furchen, aber selbst auch gänzlicher Mangel der letzteren 546
Fig. 532. Gehirn der Wasserratte.
Fig. 533. Gehirn von Felis domestica.
Fig. 534. Gehirn von Simia Inuus.

Seite

Fig. 535. Gehirn von Sciurus.
Wiederkehr derselben Form der Hirnwindungen bei allen Individuen derselben Art 547
Symmetrie der Hirnwindungen.
Vorkommen der Asymmetrie.
Hirnhöhle *(Ventriculi cerebri)*.
Gebilde des Hirnkernes bei manchen Thieren stärker als bei Menschen entwickelt.
Hirnmantel daher geringer ausgebildet.
Die Ausbildung des Balkens in geradem Verhältniss stehend zur Entwicklung der Hirnrinde und Hirnwindung 548
Hirngewölbe allgemein vorhanden, aber unvollkommener ausgebildet als bei Menschen.
Corpora candicantia nur bei den höhern Thieren doppelt; sonst verschmolzen zu einer unpaaren Erhabenheit.
bb) Gehirn der Vögel.
Entwicklung unvollkommener als bei den Säugethieren; nur an das der niedersten Ordnungen der letzteren anschliessend.
Verlängertes Mark noch relativ ansehnlich.
Kleines Hirn, weiter rückgebildet und ohne Hemisphären.
Brücke fehlend.
Fig. 536. Gehirn von Falco buteo 549
Gebilde des Hirnkernes über die des Hirnmantels prævalirend; die Ausbildung des letztern auf das Minimum herabgesunken.
Hirnfächer mit den Hirnwindungen ganz rudimentär; daher vom Balken kaum Spur vorhanden.
Gleiches auch vom Gewölbe geltend.
cc) Gehirn der Amphibien und Fische.
Hirnbildung auf so tiefe Stufe herabgesunken, dass sie kaum noch von Formen sich unterscheidet, die bei Fœtus aus der ersten Anlage des Gehirns hervorgehen 549
Vom Mantelbezirke des grossen Hirns kaum noch Spuren vorhanden; was von Theilen, die bei höheren Thieren das grosse Hirn bilden, noch sich vorfindet, gehört dem Hirn-Kerne an und entspricht den auf den Hirnschenkeln aufsitzenden Hirnganglien.
Vorderes Paar der Gehirnanschwellung *(Lobi hemisphærici)*, das s. g. Vorderhirn darstellend . 550
Fig. 537. Gehirn von Rana esculenta.
Fig. 538. Gehirn von Coluber natrix.
Fig. 539. Gehirn von Mugil capito.
Fig. 540. Gehirn von Chelonia midas.
Lobi optici oder Mittelhirn.
Lobus ventriculi tertii oder Zwischenhirn mit den schwach entwickelten Thalami optici . . 551
Lobi inferiores der Fische.
Allgemeines Vorkommen der Hypophysis und der s. g. Zirbel.
Kleines Hirn oder Hinterhirn.
Fig. 541. Gehirn von Rana esculenta.
Fig. 542. Gehirn von Squalus stellaris.
Verlängertes Mark 552
Fig. 543. Gehirn von Chelonia midas.
Fig. 544. Gehirn vom Frosch.
Fig. 545. Gehirn von Coluber.

Seite

Fig. 546. Gehirn von einem Knochenfisch.
Fig. 547. Gehirn von Raja torpedo. . . 553

γ) Von den Hüllen des Gehirns und Rückenmarkes . 553
Bei Säugethieren und Vögeln die Hirnhüllen denen des Menschen entsprechend.
Bei den Amphibien und Fischen ein abweichendes Verhalten zeigend.
Vorkommen von Verknöcherungen einzelner Theile der Dura mater.

b. Peripherisches Nervensystem *(Nervi cerebrospinales)* . 554

α) Spinalnerven *(Nervi spinales).*
Zahl derselben nach der Zahl der Wirbel verschieden.
Ihre Stärke nach derjenigen der Körpertheile, zu denen sie gehen, verschieden.
Uebereinstimmung der Spinalnerven aller Wirbelthiere bezüglich ihrer Wurzeln, des Besitzes eines Ganglion spinale und des Verhaltens der, von den Wurzeln gebildeten Stämme und der Theilung in dorsale und ventrale Aeste.
Mangel der Geflechtbildung der Gliedmassennerven bei fusslosen Wirbelthieren und beim Fisch.
Verschiedenheit hinsichtlich der Theilnahme der Spinalnerven an der Bildung der Gliedmassengeflechte . . . 555
Fig. 548. Gehirn und Rückenmark, nebst den Spinalnerven von der Haustaube.

β) Hirnnerven *(Nervi cerebrales)* 556
Verschiedenes Verhalten derselben gegenüber demjenigen der Spinalnerven.
Erklärung dieser abweichenden Anordnung.
Nachweisbarkeit des gemeinsamen Planes, nach welchem die Anlegung der Spinalnerven erfolgte, auch bei den Cerebralnerven 557
Scheidung der Hirnnerven in die drei höhern Sinnesnerven und zwei Wirbelnerven.
Vorderer Wirbelnerv oder die Nerven der Trigeminus-Gruppe.
Fig. 549. Hirnnerven von Perca fluviatilis . . . 558
Fig. 550. Nervensystem von Raja clavata . . . 559
Hinterer Wirbelnerv oder die Nerven der Vagus-Gruppe.
Fig. 551. Halbschematische Darstellung des Nerven-Systems von Rana esculenta 560
Zur Geschichte der Wirbelnerven des Kopfes.
Abweichende Ansichten über dieselben.
Nerven der höheren Sinnesorgane, Abhängigkeit ihrer Verschiedenheiten von der Entwicklung der ihnen zugehörigen Sinnesapparate 561
Vorderer Wirbelnerv oder Trigeminus-Gruppe der Hirnnerven.
Verbreitungsgebiete desselben.
Dazu gehörige Einzelnerven.
Verschiedenes Verhalten derselben bei den Wirbelthieren.
Fig. 552. Hirnnerven von Perca fluviatilis . . . 562
Verbreitungsgebiet des N. trigeminus 563
Starke Ausbildung seines zweiten Astes bei Rüsselthieren.
Schwache Ausbildung desselben bei Thieren, deren Kiefer von Hornscheiden umgeben sind.
Schädelhöhläste des Trigeminus als Aequivalente der dorsalen Aeste der Spinalnerven.
Hinterer Wirbelnerv oder Vagus-Gruppe.
Verbreitungsgebiet.

Seite

Dazu gehörige Einzelnerven und deren Verhalten bei den verschiedenen Wirbelthieren.
N. glossopharyngeus.
Fig. 553. Gehirn mit den Nervenursprüngen von Lacerta ocellata 564
N. vagus und sein Verbreitungsgebiet.
N. lateralis vagi bei den Fischen.
Fig. 554. Hirnnerven von Perca 565
Fig. 555. Nervensystem von Gadus callarias.
Schädelhöhlast desselben (*R. recurrens*), Aequivalent eines R. dorsalis 566
Verhalten des N. accessorius bei den verschiedenen Wirbelthieren.
Verbreitungsgebiet des N. hypoglossus und verschiedenes Verhalten desselben bei den verschiedenen Wirbelthieren.
Fig. 556. Hirnnerven von Lacerta.
2. Vegetatives Nervensystem (*N. sympathicus*) . . . 567
Wie weit es mit dem animalen Aehnlichkeit hat.
Theile, welche dasselbe bilden, Ganglien, Gangliennerven und Grenzstrang.
Abschnitte des letzteren.
Vorkommen und Verhalten des Sympathicus in der Reihe der Wirbelthiere.
Wirbelthiere, denen er fehlt.
Fig. 557. Nervensystem von Rana esculenta 568
II. Nervensystem der wirbellosen Thiere 569
Literatur.
Niedere Thiere, denen ein Nervensystem fehlt 570
Anwesenheit desselben bei den höheren Wirbellosen.
Unterscheidbarkeit eines centralen u. peripherischen Theils desselben.
Grundform desselben bei seiner einfachsten Anlage.
Fig. 558. Nervensystem von Polycelis pallidus. . . 571
Fig. 559. Schema des Nervensystems bei Ascidia.
Fig. 560. Schlundganglion und Schlundring von Helix.
Abänderungen der Grundform in den verschiedenen Classen der Wirbellosen 572
Fig. 561. Nervensystem von Holothuria tubulosa.
Entstehung des Bauchmarkes.
Fig. 562. Nervensystem von Squilla mantis. . . . 572
Abhängigkeit der Zahl der Ganglien von der Zahl der Körpersegmente.
Zerfall des Bauchmarkes in zwei Längsnervenstämme.
Fig. 563. Nervensystem von Talitrus locusta . . . 573
Fig. 564. Nervensystem von Serpula.
Fig. 565. Nervensystem von Malacobdella.
Fig. 566. Nervensystem von einer Seekrabbe.
Erörterung der Frage, ob das Nervensystem der Wirbellosen dem cerebrospinalen oder sympathischen Nervensystem der Wirbelthiere entspreche.
Vorkommen eines sympathischen oder Eingeweide-Nervensystems der Wirbellosen 574
Verschiedene Ansichten darüber 575
Fig. 567. Nervensystem der Cephalopoden 576
a. Nervensystem der Arthropoden 577
Gleichförmigkeit der Ganglien des Bauchmarkes bezüglich ihrer Grösse und Lage bei Myriapoden und bei den Larven der Insecten, deren Körpersegmente noch sehr gleichartig sind.
Stärkere Ausbildung der Ganglien solcher Körperabschnitte, die aus Verschmelzung mehrerer Segmente hervorgegangen.
Gehirnganglien, der Ausbildung der Sinnesorgane (Augen,

Seite
Fühler) entsprechend, gross und meistens in zwei Halbkugeln getrennt.
Stärkere Ausbildung derjenigen Ganglien, welche die Nerven zu den ansehnlichen Thoracalanhängen liefern, als solcher, die in Segmenten liegen, denen besondere Anhangsbildungen fehlen 577
Fig. 568. Nervensystem des Hirschkäfers (*Lucanus cervus*).
Die ursprüngliche Duplicität des Ganglienstranges nur noch in den Längscommissuren erhalten 578
Grosse Mannigfaltigkeit der Form des Nervensystems bei den Crustaceen.
Verschiedene Ausbildung des Gehirnganglions und der Schlundcommissuren.
Vorkommen von zwei gangliösen Parallelsträngen als Ausdruck niederer Formen.
Fig. 569. Nervensystem von Talitrus locusta.
Verschmelzung der Doppelstränge in einfache bei höher stehenden Crustaceen.
Verkürzung des Bauchmarkes und Verschmelzung seiner Ganglien zu einem oder einigen wenigen bei Crustaceen, deren Körper in der Richtung seiner Längsaxe sehr verkürzt ist 579
Fig. 570. Nervensystem einer Seekrabbe.
Fig. 571. Nervensystem von Squilla mantis . . 580
Weitergehende Verschmelzung der Ganglien des Bauchmarkes bei den Arachniden.
Anordnung desselben bei Scorpioniden 579
Anordnung bei den Araneen 579
b. Nervensystem der Würmer 580
Abhängigkeit seiner Anordnung und Ausbildung von Form und Bau des Körpers.
Anordnung bei den niedern Würmern.
Fig. 572. Nervensystem von Polycelis pallidus. . 581
Formen des Nervensystems bei d. höheren Ordnung d. Würmer.
Fig. 573. Nervensystem von Nereïs 582
Fig. 574. Nervensystem von Serpula.
Fig. 575. Nervensystem von Malacobdella . . 583
c. Nervensystem der Mollusken 582
Anordnung desselben bei den Cephalopoden.
Anordnung bei den Cephalophoren 583
Fig. 576. Nervensystem eines Cephalopoden . . 584
Fig. 577. Nervensystem von Helix pomatia . . . 585
Fig. 578. Nervensystem von Aplysia.
Anordnung bei den Lamellibranchiaten.
Fig. 579. Nervensystem der Teichmuschel.
Anordnung bei den Tunicaten 586
Fig. 580. Nervensystem von Ascidia.
d. Nervensystem der Echinodermen.
Fig. 581. Nervensystem von Holothuria tubulosa . 587
Abweichendes Verhalten bei den Sipunculiden.
e. Nervensystem der Cœlenteraten.
B. Sinnesorgane *(Organa sensuum)* 588
I. Sehapparat *(Organon visus)*.
Literatur.
1. Sehapparat der Wirbelthiere 589
a. Optischer Theil des Sehapparates.
Augapfel *(Bulbus oculi)*.
Bau und Zusammensetzung desselben im Allgemeinen.
Wesentlichste Theile desselben.

Seite

Lichtempfindender Apparat.
Lichtbrechender Apparat.
Theile, welche zur Erfüllung seines Zweckes noch weiter erforderlich wurden 590
Fig. 582. Durchschnitt des Auges eines Affen.
Abänderungen, welche der Bau des Bulbus oculi bei den Wirbelthieren erfährt 591
Verschiedenheit der Grösse des Augapfels, von der Grösse des Gesichtskreises und von der Entfernung der Gesichtsobjecte abhängig.
Mangel des Augapfels. 592
Verschiedene Form und Grösse der Cornea.
Fig. 583. Durchschnitt des Auges von Falco buteo.
Fig. 584. A. Augapfel von Testudo midas von vorn.
B. Kugelige Linse desselben.
Fig. 585. Durchschnitt des Auges von Balæna . . 593
Fig. 586. Augapfel von Larus tridactylus.
Fig. 587. Durchschnitt des Auges von Phoca.
Kugelige Form der Linse bei den Thieren, bei welchen wegen des Aufenthaltes im Wasser die lichtbrechende Wirkung der Cornea in Wegfall kommt.
Fig. 588. Auge von Simia Inuus 594
Fig. 589. Durchschnitt des Auges von Trigla.
Fig. 590. Auge von Testudo midas.
Sclerotica.
Ungewöhnliche Dicke bei Cetaceen.
Beschaffenheit derselben bei Vögeln.
Scheidung einer äussern Faser- und innern Knorpellage.
Kranz von Knochenschüppchen (*Annulus osseus*) in ihrem vorderen Theile bei Raubvögeln.
Fig. 591. Durchschnitt des Ciliartheils des Auges von Falco buteo 595
Analoge Anordnung bei Amphibien und Fischen.
Die Sclerotica bei manchen Fischen eine knöcherne Kapsel darstellend.
Chorioïdea, verschiedene Abänderungen derselben . . 594
Verschiedene, im Ganzen schwache Ausbildung des Ciliarkörpers bei Fischen.
Vorkommen eines Tapetum, welches das Leuchten der Augen im Dunkeln veranlasst 595
Fig. 593. Durchschnitt des Auges vom Stör.
Kamm (*Pecten*) im Vogelauge 596
Fig. 594. Auge von Falco buteo.
Fig. 595. Auge von Trigla.
Sichelförmiger Fortsatz als verwandte Bildung bei Amphibien u. Fischen.
Musculus ciliaris.
Chorioïdaldrüse 597
Iris.
Quergestreifte Muskulatur derselben bei Vögeln und beschuppten Amphibien.
Verschiedene Gestalt der Pupille.
Duplicität der Pupille.
Fig. 596. Kopf von Anableps tetrophthalmus.
Retina.
Theile, die sich an ihrer Zusammensetzung betheiligen.
Vorkommen des gelben Fleckes (*Macula lutea*). . 598
b. Hülfsorgane des Auges der Wirbelthiere.
α) Muskeln des Augapfels.
Fälle, wo ein solcher fehlt.

Seite
Augapfelmuskeln bei Fischen.
Fig. 597. Augapfelmuskeln vom Hecht.
Knorpelstiel, welcher bei Plagiostomen den Augapfel trägt.
Augenmuskeln bei den übrigen Wirbelthieren.
Musculus retractor bulbi bei den meisten Säugethieren und vielen Amphibien.
Fig. 598. Muskeln des Augapfels, Thränendrüsen und Nickhaut vom Pferd 599
Beziehung des Mangels der Schläfenwand der Orbita zum M. retractor bulbi.
β) Augenlider *(Palpebrae)*.
Zahl und Ausbildung derselben.
Mangel der Augenlider bei Fischen u. vielen Amphibien.
Vorhandensein eines Conjunctivalsackes, dessen Ausmündung nach aussen frühzeitig sich geschlossen hat, bei Geckonen und Ophidiern 600
Muskeln der Augenlider.
Fig. 599. Augenlidermuskeln vom Pferd.
Vorkommen einer Palpebra tertia bei Säugethieren, Vögeln und Amphibien 601
Muskelapparat derselben.
Fig. 600. Muskelapparat der Nickhaut bei Meleagris gallopavo.
Mechanismus der Bewegung des dritten Augenlides bei Säugethieren 601
Rückbildung der Palpebra tertia zur Plica semilunaris conjunctivae.
γ) Thränenapparat 602
Theile, die ihn zusammensetzen.
Verschiedene Ausbildung desselben bei den Wirbelthieren.
Abhängigkeit desselben von der Entwicklung d. Augenlider.
Vorkommen noch einer inneren Thränendrüse — sog. Harder'sche Drüse — bei Thieren, welche ein drittes Augenlid besitzen.
2. Sehapparat der wirbellosen Thiere 603
Mangel desselben bei den niedrigsten Thierformen.
Einfachste Anlage eines Sehapparates, nur zur Unterscheidung von Licht und Dunkel befähigend.
Sehorgane, welche zur Wahrnehmung äusserer Gegenstände befähigen und wirkliche Augen darstellen.
Bildung dieser sog. einfachen Augen aus einem lichtpercipirenden und lichtbrechenden Apparat.
Fig. 601. Auge von Salticus 604
Höherer Grad der Ausbildung des Auges bei Alciopiden und Cephalopoden.
Fig. 602. Auge von Nauphanta celox 605
Fig. 603. Auge von Sepia officinalis 606
Facettirte Augen der Arthropoden.
Fig. 604. Kopf der Biene *(Apis)* mit den einfachen und facettirten Augen.
Fig. 605. Schema eines facettirten Arthropodenauges . . 607
Fig. 606. Theile desselben.
Fig. 607. Das Pigment um einen Krystallkegel.
Unterschied zwischen dem facettirten und einfachen Auge.
Unbewegliche oder bewegliche Stellung der facettirten Augen am Kopfe, je nachdem letzterer beweglich oder unbeweglich ist. 608
Leuchten der Augen der Wirbellosen.
Ursache desselben.
II. Gehörapparat *(Organon auditus)*.

Seite

Literatur.
1. Gehörapparat der Wirbelthiere 609
Bestimmung desselben.
Wesentliche Theile, die ihn bilden.
Verschiedenheit der Form, unter welcher die schallpercipirende Fläche auftritt.
Einfachste Anlage in der Form eines Bläschens bei wirbellosen Thieren 610
Fig. 608. Gehörorgan von Unio.
Grössere Vervollkommnung des Hörorgans bei Wirbelthieren durch Vergrösserung der die Nervenenden tragenden Fläche und durch Abänderung der Form derselben.
Ausschliessliche Lage am Schädel.
Vergrösserung der Gehörblase durch schlauchartige Anhänge; häutige Bogengänge und häutiger Schneckengang.
Scheidung der ursprünglich einfachen Gehörblase in zwei — Utriculus und Sacculus.
Umschliessung dieser zarthäutigen Gebilde von einem Knorpel- oder Knochengehäuse und dadurch Unterscheidung von knöchernem und häutigem Labyrinth.
Bei Thieren, welche die Schallwellen nur aus dem Wasser empfangen, das Hörorgan nur aus dem Labyrinth bestehend. 611
Bei Luftthieren Hinzutreten eines Schallleitungsapparates.
Theile, welche diesen bei Amphibien und Vögeln bilden.
Schallleitungsapparat bei den Säugethieren.
Scheidung des ganzen Gehörapparates bei diesen in drei Abtheilungen, in eine äussere — äusseres Ohr (*Auris externa*) — in eine mittlere — mittleres Ohr (*Auris media*) — und in eine innere — inneres Ohr (*Auris interna*).
a. Innerer Theil des Gehörapparates (*Auris interna*) oder Labyrinth der Wirbelthiere.
α) Labyrinth der Säugethiere.
Abtheilungen desselben 612
aa) Verhalten der Bogengänge (*Canales semicirculares*).
Abänderungen, die sie bei manchen Säugethieren erleiden.
Fig. 609. Knöchernes Labyrinth v. Dasyprocta Aguti.
Fig. 610. Dasselbe von Balæna mysticetus.
Thiere, welche d. absolut stärksten Bogengänge haben.
Solche, welche die absolut kleinsten haben.
Solche, welche die relativ kleinsten besitzen.
bb) Vorhof.
Ungewöhnliche Kleinheit desselben bei Cetaceen . . 613
cc) Schnecke.
Theile, die an ihr unterscheidbar sind.
Verschiedenheit der Form, Grösse und Zahl der Windungen der Schnecke.
Zahl der Windungen der Schnecke unter die des Menschen herunterfallend.
Fig. 611. Labyrinth des Schnabelthieres.
Thiere, welche die absolut grösste Schnecke haben.
Solche, welche die absolut kleinste besitzen . . 614
Solche, welche die relativ grösste besitzen.
Solche, welche die relativ kleinste haben.
Thiere, deren Schnecke mehr Windung besitzt als die menschliche.
Thiere, bei denen die Zahl der Schneckenwindungen derjenigen des Menschen gleichkommt 614
Thiere, bei denen die Zahl der Windungen unter die des Menschen heruntertritt.
dd) Häutiges Labyrinth.

Seite
Periostale Auskleidung.
Vorhofsäcke oder die Gehörblasen.
Endolympha und Perilympha.
Häutige Bogengänge und Ampullen . . . 615
Vorhofast des Hörnerven.
Häutige Innengebilde der Schnecke.
Scala vestibuli.
Scala tympani.
Membrana tympani secundaria.
Helicotrema.
Ductus cochlearis.
Canalis reuniens 616
Membrana basilaris.
Membrana vestibularis.
Membrana tectoria.
Acustischer Endapparat, Corti'sches Organ.
Ende des Schneckenastes des Hörnerven.
β) Labyrinth der Vögel.
Fig. 613. Labyrinth eines Vogels.
Rückbildung der Schnecke 616
γ) Labyrinth der beschuppten Amphibien . . . 617
Labyrinth der Crocodile dem der Vögel am nächsten stehend.
Weitere Rückbildung der Schnecke bei den Cheloniern, Sauriern und Ophidiern.
Fig. 614. Labyrinth von Crocodilus niloticus.
Fig. 615. Labyrinth von Testudo graeca.
Reduction der Schnecke bei den nackten Amphibien auf eine kaum erkennbare Ausbuchtung des Sacculus.
δ) Labyrinth der Fische.
Schnecke dem Untergang anheimfallend, bei den einen noch Spuren zurücklassend, b. d. and. spurlos. verschwindend.
Fig. 616. Häutiges Labyrinth v. Muræna anguilla.
Fig. 617. Dasselbe von Raja torpedo.
Vereinfachung des Labyrinthes bei Cyclostomen.
Spurloses Verschwinden der Schnecke und Reduction der halbzirkelförm. Kanäle auf zwei b. Petromyzonten.
Noch weiter gehende Rückbildung des Labyrinths bei den Myxinoïden, Reduction der Bogengänge auf einen. 618
Fig. 618. Labyrinth von Myxine glutinosa.
Verlängerung des Labyrinths bei Selachiern zum Hinterkopf.
Verbindung des Labyrinths mit der Schwimmblase bei Percoïden, Cyprinoïden, Clupeïden.
Kette der sog. Gehörknöchelchen.
Bedeutung dieser Verbindung.
b. Mittlerer Theil *(Auris media)* des Gehörapparates der Wirbelthiere.
α) Paukenhöhle *(Cavum tympani)* der Säugethiere.
Theile, die an ihrer Bildung betheiligt sind 619
Bulla ossea und deren verschiedene Ausbildung.
Fig. 619. Geöffnete Paukenhöhle von Felis catus.
Fig. 620. Aeusserer Gehörgang und geöffnete Paukenhöhle vom Rind *(Bos taurus)* 620
Fig. 621. Aeusserer Gehörgang und Paukenhöhle von Castor fiber.
β) Paukenfell *(Membrana tympani)* 621
Abweichendes Verhalten bei Cetaceen.
γ) Kette der Gehörknöchelchen.
δ) Tuba Eustachii.
Abweichende Richtung bei den Cetaceen.
ε) Mittleres Ohr bei Vögeln und Amphibien . . 622

Seite
Reduction der Zahl der Gehörknochen, die sog. Columella. 623
Mangel der Paukenhöhle und der Columella bei Schlangen, vielen schlangenähnlichen Sauriern u. bei in d. Erde oder im Wasser lebenden nackten Amphibien (Salamandrinen).
Vorhandensein einer Paukenhöhle mit Columella bei den schwanzlosen Batrachiern 624
Vereinigung der Rachenenden der Tuben zu einem gemeinsamen Kanale bei Vögeln, Krokodilen und bei Pipa.
Gänzlicher Wegfall der Paukenhöhle und ihres Gehaltes bei den Fischen.
c. Aeusserer Theil des Gehörapparates (*Auris externa*).
α) Aeusserer Ohrtheil (*Auricula*), Form, Bau und Bestimmung.
Verkümmerung desselben bei Thieren, welche selten aus der Luft Schallwellen empfangen 624
Zusammenlegbarkeit des äussern Ohres durch seine Muskeln, um beim Untertauchen das Eindringen von Wasser in den Gehörgang zu verhindern.
Thiere, bei welchen das äussere Ohr klein ist.
Thiere, bei denen es relativ gross ist.
Thiere, welche das absolut grösste Ohr haben.
Zerfallen des sonst einfachen Ohrknorpels in mehrere Stücke.
β) Aeusserer Gehörgang (*Meatus auditorius externus*).
Verschiedenheit desselben hinsichtlich seiner Länge, Weite und seines Verlaufes.
Säugethiere, welche einen knöchernen äusseren Gehörgang besitzen.
Thiere, denen ein knöcherner äusserer Gehörgang entweder gänzlich mangelt, oder wo derselbe doch sehr kurz ist 624
Thiere, bei denen der Gehörgang sehr eng ist.
Grösste Enge desselben bei Cetaceen.
Knochentheile, welche sich an seiner Bildung betheiligen.
Blasige Erweiterung des Gehörgangs bei Dipus jerbosa 625
Vorkommen eines accessorischen Trommelfells.
Fig. 622. Aeusserer Gehörgang und Trommelhöhle vom Rind.
Fig. 623. Desgleichen vom Biber.
Fig. 624. Desgleichen von der Katze.
Mangel des äussern Ohres bei den Vögeln und Ersatz desselben durch einen kurzen weiten Gehörgang . 626
Rudimentäres äusseres Ohr bei Eulen.
Mangel des äussern Ohres und Gehörganges bei den Amphibien.
Rudimentärer Gehörgang beim Krokodil.
2. Gehörapparat der wirbellosen Thiere 627
Mangel desselben bei solchen Wirbellosen, denen auch ein Nervensystem abgeht.
Schwierigkeit der Entscheidung der Frage, ob alle übrige Wirbellose, die ein Nervensystem besitzen, auch ein Gehörorgan haben.
Sicherer Nachweis eines Hörorganes bei solchen Wirbellosen, welche Töne oder Geräusche erzeugen können . . . 627
Das Hörorgan von einem häutigen Bläschen, das mit Flüssigkeit gefüllt ist und das Ende des Hörnerven trägt, dargestellt 627
Zwischen dem, die Innenfläche des Gehörbläschens auskleidenden Epithel häufig noch Gehörhaare tragende Zellen.
Knorpelige Umgebung des Gehörbläschens bei Cephalopoden.
Gehörorgan der Crustaceen.
Gehörapparat bei luftathmenden Arthropoden . . . 628

Seite

Dasselbe bei Locustinen.
Fig. 625. *A.* Lage des Hörorganes im Schienbein des Vorderfusses bei Locusta viridissima. — *B.* Tracheenblase, in einer Vertiefung den acustischen Endapparat tragend. — *C.* Ein einzelnes Gehörstäbchen.
Mangel des Gehörorganes bei Arachniden und Myriapoden, sowie bei den Echinodermen und niedern Formen der Cœlenteraten 629

3. Riechapparat 629

Literatur.
a. Riechorgan der Wirbelthiere.
Bedeutung desselben für das Leben der Thiere.
Sitz des Riechsinnes bei den luftathmenden Wirbelthieren 630
Sitz desselben bei den Wasserathmenden.
α) Nasenhöhle der Säugethiere.
Beziehung der Nasenhöhle zu noch anderweitigen Leistungen.
Davon abhängiger Besitz von Ein- und Ausgangsöffnungen 630
Unterscheidung einer der Riechfunktion dienenden (*Regio olfactoria*) und einer mit der Athmung in Beziehung stehenden Abtheilung (*Regio respiratoria*).
Trennung der Nasenhöhle durch ein Septum nasi in zwei Hälften und deren abhängige Duplicität der Eingangsöffnung — Nares — und Ausgangsöffnung — Choanae 631
Nasenmuscheln (*Conchae narium*).
Bestimmung und Zahl derselben.
Abweichungen der Anordnung der Muscheln bei Säugethieren gegenüber derjenigen beim Menschen.
Fig. 626. Nasenhöhle des Schafes 632
Abschliessung der Regio olfactoria gegen Zutritt der Luft vom Schlunde her.
Dadurch bedingte Scheidung des hintern Theiles der Nasenhöhle in zwei übereinander liegende Abtheilungen, von welchen nur die untere durch die Choanae mit dem Schlundkopfe in Verbindung steht.
Weg, den die Ein- und Ausathmungsluft durch die Nasenhöhle nimmt 632
Vergleichung der Nasengänge der Säugethiere und des Menschen.
Mannigfaltigere Zerspaltung der Nasenseite des Siebbeinlabyrinthes bei Carnivoren 633
Verschiedenheiten der Formen der untern Nasenmuschel und Bedeutung derselben.
Fig. 627. Baumartige Verästelung der untern Nasenmuscheln bei Phoca grönlandica.
Die mit Luft erfüllten Nebenhöhlen der Nase und ihre Bedeutung.
Aeussere Nase (*Nasus externus*) und ihre Bedeutung beim Menschen 634
Abänderungen ihrer Form und Bedeutung bei Säugethieren.
Rüsselbildungen und ihre Bedeutung.
Fig. 628. Rüssel des afrikanischen Elephanten 634
Verschliessbarkeit der äussern Nasenöffnungen bei einzel-

Seite

nen Säugethieren gegen das Eindringen von Wasser, Sand, Staub u. dgl. 634
Veränderte Stellung und Bedeutung der Nasenhöhle bei den Cetaceen.
β) Jakobson'sche Organe, eine Art accessorischer Riechorgane 635
Stenson'sche Gänge 635
γ) Nasenhöhle der Vögel 635
Verhalten der Nasenmuscheln.
Lage der vordern und hintern Nasenöffnung.
Vorkommen einer Nasendrüse.
Fig. 629. Nasenhöhle von Meleagris gallopavo.
Fig. 630. Spaltförmige Einmündung der Nasenhöhle in die Mundhöhle bei Gallus domest.
δ) Nasenhöhle der Amphibien 536
Nasenmuscheln bei den beschuppten Amphibien rudimentär.
Gänzlicher Mangel derselben bei den nackten Amphibien.
Vergleichung der Nasenmuscheln der Reptilien mit denen der Vögel, Säugethiere und des Menschen . . 637
Vorkommen einer Nasendrüse bei Schlangen.
Contractilität der äussern Nasenöffnung bei den Batrachiern.
Einmündung der Choanae in die Mundhöhle.
Davon abweichendes Verhalten derselben bei Krokodilen.
Fig. 631. Darstellung der Einmündung der Choanae in den Schlundkopf bei Crocodilus sclerops.
Fig. 632. Einmündung der Choanae am vordern Theil des Gaumens bei Rana.
ε) Geruchsorgan der Fische.
Nasengruben, zur Riechfunction dienend.
Allgemeine Lage derselben.
Abweichende Lage bei Plagiostomen.
Vorkommen rudimentärer Nasenhöhlen bei den Dipnoi.
Nasengruben bei Knochenfischen und Stören als vermittelnde Uebergangsform von den einfachen Nasenhöhlen zu den einfachen Nasengruben . . 637
Abweichende Anordnung bei Cyclostomen.
b. Riechorgan der wirbellosen Thiere.
Schwierigkeit des Nachweises eines Riechorgans bei wirbellosen Thieren.
Trennung des Riechorganes vom Luftathmungsorgan.
Sitz desselben bei Arthropoden in den Antennen . . 638
Fig. 633. Endspitze des Fühlers von Formica rufa.
Fig. 634. Riechgrube mit einem Geruchszapfen von der Antenne eines Wasserkäfers (*Acilius sulcatus*).
Fig. 635. Innere Antenne von Pagurus.
Fig. 636. Endglieder eines der kürzeren Fühlhörner von Asellus aquaticus.
Riechorgan der Cephalopoden 639
4. Geschmacksorgan (*Organon gustus*).
a. Bestimmung desselben bei den Wirbelthieren.
Schwierigkeit, über die An- oder Abwesenheit eines Geschmacksinnes vom anatomischen Standpunkt aus zu entscheiden 640
Zunge als Hauptsitz des Geschmacksinnes bei Wirbelthieren.
Schwierigkeit, aus der Anwesenheit und dem Entwicklungsgrade der Zunge auf die Anwesenheit des Geschmack-

Seite

sinnes zu schliessen, da einestheils die Zunge noch andere Funktionen hat, und auch noch andere Mundtheile dem Geschmackssinn dienstbar sind.

b. Geschmacksorgan bei wirbellosen Thieren . . 640

Selten bestimmbar, ob ein solches vorhanden ist.

5. Organ des Fühl- und Tastsinnes (*Organon tactus*).

Literatur.

a. Fühl- und Tastorgane der Wirbelthiere . . . 641

Sitz derselben.

Verschiedenheit der Körpertheile, welche bei den verschiedenen Wirbelthieren die Träger des Fühl- und Tastsinnes abgeben.

Bau der äussern Haut (*Cutis*) als des hauptsächlichsten Trägers des Gefühl- und Tastsinnes.

Lederhaut (*Corium*) 642

Theile, die in ihrer Zusammensetzung eingehen.

Hautpapillen.

Nervenendigungen darin.

Oberhaut (*Epidermis*) 643

Hornschichte (*Stratum corneum*) derselben.

Schleimschichte (*Stratum mucosum s. Malpighii*).

Sitz der verschiedenen Färbung der Haut.

Farbenwechsel und Ursache desselben 643

Horngebilde, welche aus partieller Verstärkung der Hornschichte hervorgehen.

Die sog. Schleimkanäle der Fische und im Wasser lebender Amphibien, eigenthümliche Sinnesorgane darstellend.

Bau und Bedeutung derselben.

Die sog. becherförmigen Organe in der Epidermis vieler Süsswasserfische 644

Die sog. Gallertröhre am Kopfe der Selachier und Chimären.

Die sog. Savi'schen Bläschen (*Appareil folliculaire nerveux*) am Kopfe, in der Nähe der Nasengruben bei Torpedo.

b. Fühl- und Tastorgane der wirbellosen Thiere . 645

Verschiedene Körperanhänge den Sitz derselben bildend.

Fühler (*Antennae*) der Arthropoden.

Sitz des Tastsinnes bei den Arachniden in den Endgliedern der Beine.

Körpertheile, welche bei Mollusken als Fühl- und Tastorgane fungiren 645

Dieselben bei Würmern.

Theile, welche bei Echinodermen zu Tastorganen dienen 646

Desgleichen bei Cœlenteraten.

Die Senk- oder Fühlfäden der Scheibenquallen.

Rüssel- und Borstenbildungen bei Protozoën.

Nachträge zur Literatur.

Zur Literatur des Verdauungsapparates der Wirbelthiere Seite 5: Legouis, Recherches sur les tubes de Weber et sur le pancréas de Poissons osseux, in Ann. d. sc. nat. 5e Sér. T. 18. artic. 2. pl. 16 — 18. — F. S. Leuckart, Magen eines Moschus javanicus, in Müller's Archiv 1843. S. 24. — Leydig, Die einheimischen Schlangen, im Archiv f. m. Anat. Bd. 9. S. 1. — Rapp, De tubo intestinali mammalium. Tübing. 1820. — Rousseau, Anatomie compar. du système dentaire. Paris 1827.

Zur Literatur des Verdauungsapparates der Wirbellosen Seite 57: C. K. Hoffmann, Z. Anatomie d. Echinen u. Spatangen, im Niederländ. Archiv f. Zool. Bd. I. S. 28. — Kollmann, Die Cephalopoden in. d. zool. Station des Dr. Dohrn, in der Zeitschr. f. w. Zool. Bd. 26. (Liefert interessante Aufschlüsse über das Leben dieser Thiere und die Art und Weise, wie sie sich der Beute und ihrer Feinde bemächtigen.) — Lacaze-Duthiers, Recherches sur la Bonellia, in Ann. d. sc. nat. 4e Sér. T. 10 p. 49. — Lebert, Die Mundorgane einiger Gasteropoden, in Müller's Archiv 1846. S. 120. — Rapp, Ueb. d. Polypen im Allgemeinen und die Actinien im Besondern. Weimar 1809. — Stein, Der Organismus der Infusionsthiere. I. Abth. Leipz. 1859. II. Abth. 1867.

Zur Literatur des Athmungsapparates der Wirbellosen Seite 87: C. K. Hoffmann, Z. Anat. d. Echinen etc. im Niederländ. Archiv Bd. I. S. 75.

Zur Literatur der Stimmapparate Seite 124: Boccius, Ueb. d. obern Kehlkopf der Vögel, in Müller's Archiv 1858. S. 614. — J. Müller, Ueb. d. Fische, welche Töne von sich geben, und die Entstehung dieser Töne, in dessen Archiv 1857. S. 249. — v. Siebold, Ueb. d. Stimm- u. Gehörorgane d. Orthopteren, in Wiegmann's Archiv 1844. S. 52.

Zur Literatur des Gefässapparates der wirbellosen Thiere Seite 194: Greef, Ueb. d. Herz der Crinoideen, in d. Sitzungsber. d. Gesellsch. z. Beförd. d. gesammt. Naturwissenschaften zu Marburg. No. 5. Mai 1876.

Zur Literatur des Muskelapparates der Wirbelthiere Seite 482: P. Albrecht, Beitrag zur Morphologie d. M. omohyoïdeus und der ventralen innern Interbranchialmusculatur in der Reihe der Wirbelthiere. Kiel 1876. (Diese vortreffliche Arbeit zeichnet sich durch den gleichen Fleiss aus, als des Verf. frühere Arbeit über die Torsionstheorie des Humerus.) — Gegenbaur, Ueb. d. M. omohyoïdeus und seine Schlüsselbeinverbindung, im morpholog. Jahrbuch. Bd. I.

Zur Literatur des Nervensystems der Wirbellosen Seite 569: C. K. Hoffmann, Z. Anatom. d. Echin., im Niederl. Archiv. Bd. I. S. 54.

Druckfehler-Verzeichniss.

Seite XXVII Zeile 2 von oben lies seiner statt ihrer.
„ XXXI „ 22 von unten lies 2 Bde. statt 6 Bde.
„ 5 „ 16 v. u. l. Giebel st. Goebel.
„ 11 „ 16 v. u. l. vor st. von.
„ 15 „ 20 v. o. l. zum st. zur.
„ 87 „ 20 v. o. l. Gewebelehre st. Gewerbelehre.
„ 124 „ 4 v. u. l. Savart st. Jevart.
„ 124 „ 6 v. u. l. 1847 st. 1874.
„ 126 „ 12 v. o. l. Körpertheile st. Körper.
„ 126 „ 5 v. u. l. Locustinen st. Lacustinen.
„ 146 „ 13 v. o. l. Demme st. Denne.
„ 159 „ 10 v. u. l. Corvus st. Carvus, u. Camelus st. Camelas.
„ 171 „ 1 v. o. l. Fig. 195 st. Fig. 186.
„ 211 „ 22 v. u. l. v. Hessling st. v. Hesslig.
„ 217 „ 17 v. o. l. darstellen st. derselben.
„ 232 „ 11 v. o. l. Fig. 143 st. 144.
„ 237 Fig. 250 l. Giftapparat st. Gefässapparat.
„ 243 Zeile 14 v. u. l. Fig. 255 A. st. Fig. 255 D.
„ 248 „ 1 v. o. l. a) st. 1).
„ 248 „ 3 v. o. l. b) st. 2).
„ 299 „ 7 v. u. l. Leisenring st. Leihenring.
„ 305 in der Erklärung zu Fig. 313, l. Bogen st. Lagen.
„ 363 Zeile 4 v. o. l. Larus, Corvus st. Carus, Orvus.
„ 366 „ 7 v. u. l. Fig. 398 st. 380.
„ 376 „ 3 v. u. l. Leptocardier st. Septocardier.
„ 384 „ 10 v. o. l. Halmaturus laniger st. Halmaturus, Caniger.
„ 384 „ 14 v. o. l. murinus st. marinus.
„ 422 „ 20 v. u. l. Visceralbogen st. Wirbelbogen.
„ 458 „ 5 v. o. l. Schaltknochen st. Schädelknochen.
„ 485 Fig. 517 l. im eingerollten Zustande st. in einem gerollten Zustande.
„ 492 Zeile 17 v. o. l. demgemäss st. dieser gemäss.
„ 494 „ 15 v. u. l. Longissimus st. Longissinus.
„ 494 „ 14 v. u. l. longissimus st. longissinius.
„ 494 „ 13 v. u. l. Longissimus st. Longissinius.
„ 494 „ 12 v. u. l. „ „ „
„ 494 „ 11 v. u. l. „ „ „
„ 495 „ 1 v. o. l. Multifidus st. Muttifidus.
„ 495 „ 3 v. o. l. Mi. recti st. M. irecti.
„ 515 „ 14 v. u. l. Brustflossenmuskeln st. Bauchflossenmuskeln.
„ 518 „ 22 v. o. l. Melolontha st. Melalontha.
„ 521 „ 8 v. o. l. Prismen st. Prismn.
„ 524 „ 6 v. u. l. macroscopischen st. microscopischen.
„ 538 „ 5 v. o. l. Windung st. Wendung.
„ 545 „ 3 v. u. l. acusticus st. acustivus.
„ 548 „ 7 v. u. l. Fig. 536 st. Fig. 535.
„ 549 „ 2 v. u. l. Fig. 537, 538 und 539 st. 536, 537, 538.
„ 559 „ 2 v. u. l. Fig. 549 st. Fig. 548.
„ 560 „ 20 v. u. l. vom st. von.
„ 561 „ 5 v. o. l. Ramus st. Rectus.
„ 565 „ 1 v. u. l. Schädelhöhlenastes st. Schädelhöhlastes.
„ 569 Ueberschrift l. 2. Nervensystem st. 3.
„ 569 Zeile 27 v. o. l. Goodsir st. Gondsir.
„ 592 „ 7 v. o. l. Apterichthys st. Opterichthys.
„ 618 in der Erklärung von Fig. 617 l. Recessus st. Processus.

In **Carl Winter**'s Universitätsbuchhandlung in **Heidelberg** sind erschienen:

Untersuchungen

aus dem

physiologischen Institute der Universität Heidelberg.

Herausgegeben von

Dr. W. Kühne,

o. ö. Professor der Physiologie und Director des physiologischen Instituts.

Band I. Heft 1.

Inhalt: Zur Photochemie der Netzhaut (2. Abdruck) von W. Kühne. — Ueber den Sehpurpur von W. Kühne.

Mit einer Tafel.

1877. gr. 8⁰. brosch. 3 M. 60 Pf.

Band I. Heft 2.

Inhalt: Ueber die Verbreitung des Sehpurpurs im menschlichen Auge von W. Kühne. — Weitere Beobachtungen über den Sehpurpur des Menschen von W. Kühne. — Zur Chemie der Altersveränderungen der Linse von Dr. med. M. Knies. — Das Sehen ohne Sehpurpur von W. Kühne. — Untersuchungen über den Sehpurpur von A. Ewald und W. Kühne. — Kurze Anleitung zur Verwendung der Verdauung in der Gewebsanalyse von W. Kühne.

Mit vier Holzschnitten.

1877. gr. 8⁰. brosch. 4 M.

Verhandlungen

des

naturhistorisch-medicinischen Vereins in Heidelberg.

Neue Folge I. Band.

1. Heft. 1874. gr. 8⁰. brosch. 4 M.

Inhalt: Vorwort. — Verzeichniss der Mitglieder des Vereins. — H. Bauke, Zur Entwicklungsgeschichte der Cyatheaceen. — Ad. Mayer, Ueber die Aufnahme von Ammoniak durch oberirdische Pflanzentheile. — Fr. Schulze, Ueber die Resultate der Kaltwasserbehandlung des Typhus abdominalis im akademischen Krankenhause zu Heidelberg. — R. Thoma, Ueber den Einfluss des Wassergehaltes des Blutes und der Gewebeäste auf die Formen und Ortsveränderungen farbloser Körper. — L. Koch, Zur Entwicklungsgeschichte der Cuscuteen. — A. Pagenstecher, Zoologische Miscellen. — Ueber den Ursprung einiger europäischer Schmetterlinge.

2. Heft. 1875. gr. 8⁰. brosch. 1 M. 60 Pf.

Inhalt: W. Erb, Ueber eine eigenthümliche Localisation von Lähmungen im Plexus brachialis. — W. Erb, Ueber Sehnenreflexe bei Gesunden und bei Rückenmarkskranken. — Robby Kossmann, Die Fauna der Wirbellosen in dem Küstengebiete des rothen Meeres. — War Goethe ein Mitbegründer der Descendenztheorie? — Adolf Mayer, Ueber Sauerstoffabscheidung aus Pflanzentheilen bei Abwesenheit von Kohlensäure.

3. Heft. 1876. Mit zwei Tafeln. gr. 8⁰. brosch. 3 M.

Inhalt: E. Pfitzer, Ueber die Geschwindigkeit der Wasserbewegung in der Pflanze. — A. Horstmann, Verbrennungserscheinungen bei Gasen. — W. Kühne, Ueber das Verhalten verschiedener organisirter und sog. ungeformter Fermente. — W. Kühne, Ueber das Trypsin. — Ludw. Koch, Ueber die Entwicklung des Samens der Orobanchen. — A. v. Wolkoff, Die Lichtabsorption in den Chlorophylllösungen.

4. Heft. 1876. Mit einer Tafel. gr. 8⁰. brosch. 8 M.

Inhalt: W. Kühne, Ueber das Secret des Pankreas. — Weitere Mittheilungen über Verdauungsenzyme und die Verdauung der Albumine. W. Lossen, Ueber die Eigenschaften der Atome. — M. Fehr, Ein Bild der Lyssa. — A. Horstmann, Dissociation der Chlorsilber-Ammoniakverbindungen. — Robby Kossmann, Wissenschaftliche Ergebnisse einer Reise in die Küstengebiete des rothen Meeres, im Auftrage der königlichen Akademie der Wissenschaften in Berlin ausgeführt. — L. Koch, Untersuchungen über die Entwicklung der Crassulaceen.

5. Heft. 1877. Mit einer Tafel. gr. 8⁰. brosch. 2 M. 40 Pf.

Inhalt: W. Kühne und A. Sh. Lea aus Cambridge, Ueber die Absonderung des Pankreas. — A. Ewald und W. Kühne, Die Verdauung als histologische Methode. — A. Ewald und W. Kühne, Ueber einen neuen Bestandtheil des Nervensystems. — A. Horstmann, Ueber ein Dissociationsproblem. — L. Morochowetz, Zur Histochemie des Bindegewebes. — W. Kühne, Zur Photochemie der Netzhaut. — E. Pfitzer, Studien über Bau und Entwickelung epiphytischer Orchideen.

Neue Folge II. Band.

1. Heft. 1877. Mit einer lithogr. Tafel. gr. 8⁰. broch. 2 M.

Inhalt: W. Kühne, Ueber die Verbreitung einiger Enzyme im Thierkörper. — Leopold Weiss, Zur Flüssigkeitsströmung im Auge. — Richard Börnstein, Der Einfluss des Lichtes auf elektrische Spannung in Metallen. — E. Pfitzer, Beobachtungen über Bau und Entwicklung der Orchideen. — A. Horstmann, Ueber Verbrennungserscheinungen bei Gasen II. — Ludwig Koch, Ueber die Entwicklung des Samens von Monotropa Hypopitys L.

C. F. Winter'sche Buchdruckerei.

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Bayerische StaatsBibliothek
Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Nuhn, Anton

Lehrbuch der vergleichenden Anatomie

Bd.: 2

Heidelberg 1878

Anat. 321 c-2
urn:nbn:de:bvb:12-bsb11368945-8